

Agrotrópica

Volume 30, número 1, janeiro a abril de 2018



Centro de Pesquisas do Cacau
Ilhéus - Bahia

© 2018 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Todos os direitos reservados. Permitida a reprodução parcial ou total desde que citada a fonte e que não seja para venda ou qualquer fim comercial.

A responsabilidade pelos direitos autorais de textos e imagens desta obra é do autor.

Ano 2018.

Tiragem: 1.000 exemplares

Elaboração, distribuição, informações:

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacau-eira

Superintendência Regional no Estado da Bahia

Centro de Pesquisas do Cacau

Editor: Ronaldo Costa Argôlo.

Coeditor: Quintino Reis de Araujo.

Normalização de referências bibliográficas: Maria Christina de C. Faria

Editoração eletrônica: Jacqueline C.C. do Amaral e Selenê Cristina Badaró.

Capa: Ronaldo Costa Argôlo Filho

Agrotrópica, v. 1, n°1 (1989)
Ilhéus, BA, Brasil, CEPLAC/CEPEC, 1989

v.

Quadrimestral

Substitui “Revista Theobroma”

1. Agropecuária - Periódico.

CDD 630.5

INFORMAÇÕES SOBRE A CAPA: A Vassoura-de-bruxa é uma doença do cacaueiro causada por um fungo basidiomiceto *Moniliophthora perniciosa* Stahel Aime & Phillips-Mora. É uma das doenças de maior impacto econômico nos países produtores de cacau da América do Sul e das ilhas do Caribe. *M. perniciosa* ataca as regiões meristemáticas do cacaueiro, principalmente frutos, brotos e almofadas florais, ocasionando queda acentuada na produção, provocando o desenvolvimento anormal, seguido de morte, das partes infectadas.

AGROTRÓPICA é indexada em:

AGRINDEX; THE BRITISH LIBRARY; CAB (i.e. Horticultural Abstracts, Review of Plant Pathology, Forestry Abstracts); AGROBASE; Agricultural and Environment for Developing regions (TROPAG); ULRICH'S INTERNATIONAL PERIODICALS DIRECTORY (Abstract on Tropical Agriculture, Agricultural Engineering Abstracts, Agroforestry Abstracts, Bibliography of Agriculture, Biological Abstracts, Chemical Abstracts, Exerpt Medical, Food Science & Technology Abstracts, Indice Agricola de America Latina y el Caribe, Nutrition Abstracts, Protozool. Abstracts, Review of Applied Entomology, Seed Abstracts, Tropical Oil Seeds Abstracts).

AGROTRÓPICA

V. 30

Janeiro - abril

2018

N.1

CONTEÚDO

ARTIGOS

- 5** Favorabilidade, distribuição e prevalência da vassoura-de-bruxa do cacaueiro no estado do Espírito Santo, Brasil. **S. S. Lima, C. A. S. Souza, N. G. R. B. Patrocínio, R. A. da Silva, R. S. G. dos Santos, K. P. Gramacho.**
- 15** Uso de imagem digital para estimar o teor foliar de nitrogênio em cacaueiros. **T. de A. Silva, J. O. de Souza Júnior, M. S. Mielke, C. O. A. Hernández.**
- 25** Diversificação de atividades agropecuárias como alternativa de sustentabilidade para o pequeno produtor rural. **C. M. V. C. de Almeida, C. Rosa Neto, A. de A. Lima, T. C. de Souza, L. V. de Araújo.**
- 39** Dois novos hospedeiros de *Prillieuxina winteriana* (Ascomycota) da família Annonaceae. **A. Santos, R. A. Pires, A. de O. Soares Filho, Q. S. Novais, M. E. Caliman, J. L. Bezerra.**
- 43** Besouros Escarabeídeos (Coleoptera:Scarabaeidae) coletados em remanescente florestal em Rio Branco, Acre, Brasil. **R. S. Santos, W. P. Sutil, J. F. A. de Oliveira.**
- 49** Variabilidade genética de cultivares e híbridos elite de mangueira com base em marcadores moleculares. **J. P. Basso, F. G. Faleiro, J. da S. Oliveira, T. G. Guimarães, M. F. Braga, K. G. da Fonseca, N. T. V. Junqueira, F. P. Lima Neto.**
- 57** Produtividade da melancia sob irrigação deficitária, em diferentes coberturas de solo, utilizando o modelo ISAREG. **K. R. Saraiva, T. V. de A. Viana, S. C. Costa, F. M. L. Bezerra, F. de Souza e R. R. da Costa.**
- 65** Desempenho de cultivares de taro (*Colocasia esculenta*) no outono/inverno em região de clima quente. **M. R. Krause, J. N. Colombo, L. M. Altoé, M. K. Ianke, A. F. de Souza.**
- 73** Compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas nativas do Brasil. **A. G. de Souza, A. C. Fassina, F. R. de S. Saraiva.**



**MINISTÉRIO DA AGRICULTURA,
PECUÁRIA E ABASTECIMENTO**

**CEPLAC - Comissão Executiva do
Plano da Lavoura Cacau-eira**

AGROTRÓPICA. Publicação quadromestral do Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC)/CEPLAC.

Comitê Editorial:

Adonias de Castro Virgens Filho; Antônio Cesar Costa Zugaib; Dan Érico Vieira Petit Lobão; Edna Dora Martins Newman Luz; George Andrade Sodré; Givaldo Rocha Niella; Jacques Hubert Charles Delabie; Jadegudson Pereira; José Basílio Vieira Leite; José Inácio Lacerda Moura; José Luís Bezerra; José Luís Pires; José Marques Pereira; José Raimundo Bonadie Marques; Karina Peres Gramacho; Manfred Willy Muller; Paulo César Lima Marrocos; Raúl René Melendez Valle; Uilson Vanderlei Lopes.

Editor: Ronaldo Costa Argôlo.

Coeditor: Quintino Reis de Araujo.

Normalização de referências bibliográficas: Maria Christina de C. Faria

Editoração eletrônica: Jacqueline C.C. do Amaral e Selenê Cristina Badaró.

Capa: Ronaldo Costa Argôlo Filho

Endereço para correspondência:

AGROTRÓPICA, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPEC), 45600-970, Itabuna, Bahia, Brasil.

Telefone: (73) 3214 -3211

E-mail: agrotrop.agrotrop@gmail.com

Tiragem: 1000 exemplares



**MINISTRY OF AGRICULTURE
LIVESTOCK AND FOOD SUPPLY**

**CEPLAC - Executive Commission of
the Cacao Agriculture Plan**

AGROTRÓPICA. Published every four months by the Cocoa Research Center (CEPEC)/CEPLAC.

Editorial Committee:

Adonias de Castro Virgens Filho; Antônio Cesar Costa Zugaib; Dan Érico Vieira Petit Lobão; Edna Dora Martins Newman Luz; George Andrade Sodré; Givaldo Rocha Niella; Jacques Hubert Charles Delabie; Jadegudson Pereira; José Basílio Vieira Leite; José Inácio Lacerda Moura; José Luís Bezerra; José Luís Pires; José Marques Pereira; José Raimundo Bonadie Marques; Karina Peres Gramacho; Manfred Willy Muller; Paulo César Lima Marrocos; Raúl René Melendez Valle; Uilson Vanderlei Lopes.

Editor: Ronaldo Costa Argôlo.

Coeditor: Quintino Reis de Araujo.

Revision of bibliographical references:
Maria Christina de C. Faria

Desktop publish: Jacqueline C.C. do Amaral and Selenê Cristina Badaró.

Cover: Ronaldo Costa Argôlo Filho

Address for correspondence:
AGROTRÓPICA, Cocoa Research Center (CEPEC), 45600-970, Itabuna, Bahia, Brazil.

Telephone: 55 (73) 3214 - 3211

E-mail: agrotrop.agrotrop@gmail.com

Circulation: 1000 copies.

AGROTRÓPICA

V.30

January - April

2018

N.1

CONTENTS

ARTICLES

- 5 Favorability, distribution and prevalence of witches'broom disease of cacao in the State of Espírito Santo, Brazil (in Portuguese). **S. S. Lima, C. A. S. Souza, N. G. R. B. Patrocínio, R. A. da Silva, R. S. G. dos Santos, K. P. Gramacho.**
- 15 Use of digital image to estimate the nitrogen content in cacaueros leafs (in Portuguese). **T. de A. Silva, J. O. de Souza Júnior, M. S. Mielke, C. O. A. Hernández.**
- 25 Diversification of agricultural activities as a sustainability alternative for the small farmer (in Portuguese). **C. M. V. C. de Almeida, C. Rosa Neto, A. de A. Lima, T. C. de Souza, L. V. de Araújo.**
- 39 Two new hosts of *Prillieuxina winteriana* (Ascomycota) of the family Annonaceae (in Portuguese). **A. Santos, R. A. Pires, A. de O. Soares Filho, Q. S. Novais, M. E. Caliman, J. L. Bezerra.**
- 43 Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) collected in forest remnant in the municipality of Rio Branco, Acre state, Brazil (in Portuguese). **R. S. Santos, W. P. Sutil, J. F. A. de Oliveira.**
- 49 Genetic variability of cultivars and elite hybrids of mango tree based on molecular markers (in Portuguese). **J. P. Basso, F. G. Faleiro, J. da S. Oliveira, T. G. Guimarães, M. F. Braga, K. G. da Fonseca, N. T. V. Junqueira, F. P. Lima Neto.**
- 57 Watermelon productivity under deficit irrigation, in different covering, using the ISAREG model (in Portuguese). **K. R. Saraiva, T. V. de A. Viana, S. C. Costa, F. M. L. Bezerra, F. de Souza e R. R. da Costa.**
- 65 Performance of taro cultivars (*Colocasia esculenta*) in fall / winter hot climate region (in Portuguese). **M. R. Krause, J. N. Colombo, L. M. Altoé, M. K. Ianke, A. F. de Souza.**
- 73 Bioactive compounds and antioxidant activity in native fruits from Brazil (in Portuguese). **A. G. de Souza, A. C. Fassina, F. R. de S. Saraiva.**

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

1. O original para publicação em português, inglês ou espanhol, deve ter no máximo 18 páginas numeradas, em formato A4 (21,0 x 29,7 cm), fonte Times New Roman, corpo 12, espaço 1,5 (exceto Resumo e Abstract, em espaço simples), digitado em Word/Windows. O artigo deverá ser encaminhado à Comissão Editorial da revista por meio eletrônico. No rodapé da primeira página deverão constar o endereço postal completo e o endereço eletrônico do(s) autor(es). As figuras e tabelas devem vir à parte.

2. Os artigos devem conter: título, resumo, abstract, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos e literatura citada.

3. Os artigos científicos e notas científicas devem conter introdução que destaque os antecedentes, a importância do tópico e revisão de literatura. Nos materiais e métodos devem-se descrever os materiais e métodos usados, incluindo informações sobre localização, época, clima, solo etc., bem como nomes científicos se possível completo de plantas, animais, patógenos etc., o desenho experimental e recursos de análise estatística empregada. Os resultados e discussão poderão vir juntos ou separados e devem incluir tabelas e figuras com suas respectivas análises estatísticas. As conclusões devem ser frases curtas, com o verbo no presente do indicativo, sem comentários adicionais e derivados dos objetivos do artigo.

4. Título - Deve ser conciso e expressar com exatidão o conteúdo do trabalho, com no máximo 15 palavras.

5. Resumo e Abstract - Devem conter no máximo 200 palavras. Abstract deve ser tradução fiel do resumo em inglês.

6. Palavras chave - Devem ser no máximo de seis, sem estar contidas no título.

7. Introdução - Deverá ser concisa e conter revisão estritamente necessária à introdução do tema e suporte para a metodologia e discussão.

8. Material e Métodos - Poderá ser apresentado de forma descritiva contínua ou com subitens, de forma a permitir ao leitor a compreensão e reprodução da metodologia citada com auxílio ou não de citações bibliográficas.

9. Resultados, Discussão e Conclusões - De acordo com o formato escolhido, estas partes devem ser apresentadas de forma clara, com auxílio de tabelas, gráficos e figuras, de modo a não deixar dúvidas ao leitor, quanto à autenticidade dos resultados, pontos de vistas discutidos e conclusões sugeridas.

10. Agradecimentos - As pessoas, instituições e empresas que contribuíram na realização do trabalho deverão ser mencionadas no final do texto, antes do item Referências Bibliográficas.

11. Unidades de medida - Usar exclusivamente o Sistema Internacional (S.I.).

12. Figuras (gráficos, desenhos, mapas) - devem ser apresentadas com qualidade que permita boa reprodução gráfica; devem ter 8,2 cm ou 17 cm de largura; as fotografias devem ser escaneadas com 300 dpi e gravadas em arquivo TIF, separadas do texto.

13. As tabelas - devem ser apresentadas em Word ou Excel, e os dados digitados em Times New Roman.

14. Literatura Citada - No texto as referências devem ser citadas da seguinte forma: Silva (1990) ou (Silva, 1990).

A normalização das referências deve seguir os exemplos abaixo:

PERIÓDICO

REIS, E. L. 1996. Métodos de aplicação e fracionamentos de fertilizantes no desenvolvimento da seringueira (*Hevea brasiliensis*) no Sul da Bahia. Agrotrópica (Brasil) 8(2):39-44.

LIVRO

BALL, D. M.; HOVELAND, C. S.; LACEFIELD, G. D. 1991. Southern forages. Atlanta, PPI. 256p.

PARTE DE LIVRO

ENTWISTLE, P. F. 1987. Insects and cocoa. In: Wood, G.A.R.; Lass, R. A. Cocoa. 4 ed. London, Longman. pp.366-443.

DISSERTAÇÃO

ROCHA, C. M. F. 1994. Efeito do nitrogênio na longevidade da folha de cacau (*Theobroma cacao* L.). Dissertação Mestrado. Salvador, UFBA. 31p.

TESE

ROHDE, G. M. 2003. Economia ecológica da emissão antropogênica de CO₂ - Uma abordagem filosófica-científica sobre a efetuação humana alopoética da terra em escala planetária. Tese Doutorado. Porto Alegre, UFRGS/IB. 235p.

MONOGRAFIA SERIADA

TREVIZAN, S. D. P.; ELOY, A. L. S. 1995. Nível alimentar da população rural na Região Cacaueira da Bahia. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n° 180. 19p.

PARTE DE EVENTO

PIRES, J. L. et al. 1994. Cacao germplasm characterisation based on fat content. In: International Workshop on Cocoa Breeding Strategies, Kuala Lumpur, 1994. Proceedings. Kuala Lumpur, INGENIC. pp.148-154.

A literatura citada deverá referir-se, de preferência, a trabalhos completos publicados nos últimos 5 anos.

15. Correspondência de encaminhamento do artigo deverá ser assinada pelo autor e coautores.

Os autores receberão cópias do seu trabalho publicado.

GUIDELINES TO AUTHORS

1 - The manuscript for publication in Portuguese, English or Spanish, not exceed 18 numbered pages, format A4, in Times New Roman, 12, 1.5 spaced (except Resumo and Abstract, simple spaced) typed in Word. The article must be addressed to the Editorial Commission in 4 printed copies and also in CD copy. Complete mailing address and e-mail of the author(s) must appear at the bottom of first page. Three out of the four copies should not state the author's name or acknowledgements, since these copies will go to reviewers. Figures (drawings, maps, pictures and graphs) and tables should be sent separately and ready for publication;

2 - Articles must contain: title, abstract, introduction, materials and methods, results and discussion, conclusions, acknowledgements and literature cited (references);

3 - Scientific articles and notes must include an introduction highlighting the background and importance of the subject and literature review. Under materials and methods one must mention informations about locations, time, climate, soil, etc. and furnish latin names of plants, animals, pathogens, etc., as well experimental designs and statistical analysis used. Conclusions must be objective and derived from relevant results of the research.

4 - Title - It must be concise (not exceed 15 words) and express the real scope of the work.

5 - Abstract - No more than 200 words.

6 - Kew words - Six at most, and should not be present in the title.

7 - Introduction – should be concise containing a strictly necessary review to the introduction of the topic and support for the methodology and discussion vista

8 - Materials and Methods – may be presented in a continuous descriptive form or with subheadings, in a manner that allows the reader to understand and reproduce the described methodology. Bibliographic citations can be used.

9 - Results, Discussion and Conclusions – In accordance with the format chosen, these parts should be presented clearly, with the aid of tables, graphs and figures so as to leave no doubt as to the authenticity of the results, viewpoints discussed and conclusions emitted.

10 - Acknowledgements – Persons, institutions and companies that contributed to the accomplishment of the work should be mentioned at the end of the text before the Bibliographic References

11 - Measurement units - Use only the International System.

12 - Figures (drawings, maps, pictures and graphs) - They must possess good quality for graphic reproduction;

size 8.2 cm or 17 cm wide; photos should be scanned at 300 dpi and recorded, out of the text, in TIF file.

13 - Tables - It should be present in Word or Excel and data typed in Times New Roman, 12.

14 - References - literature cited in the text must be written as follows: Silva (1990) or (Silva, 1990).

Citation should be given as follows.

PERIODICALS

REIS, E. L. 1996. Métodos de aplicação e fracionamentos de fertilizantes no desenvolvimento da seringueira (*Hevea brasiliensis*) no Sul da Bahia. Agrotrópica (Brasil) 8(2): 39 - 44.

BOOKS

BALL, D. M.; HOVELAND, C. S.; LACEFIELD, G. D. 1991. Southern forages. Atlanta, PPI. 256p.

BOOK CHAPTERS

ENTWISTLE, P. F. 1987. Insects and cocoa. In: Wood, G.A.R.; Lass, R. A. Cocoa. 4 ed. London, Longman. pp.366-443.

DISSERTATION

ROCHA, C. M. F. 1994. Efeito do nitrogênio na longevidade da folha de cacau (*Theobroma cacao* L.). Dissertação Mestrado. Salvador, UFBA. 31p.

THESIS

ROHDE, G. M. 2003. Economia ecológica da emissão antropogênica de CO₂ - Uma abordagem filosófico-científica sobre a efetuação humana alopoética da terra em escala planetária. Tese Doutorado. Porto Alegre, UFRGS/IB. 235p.

SERIATE MONOGRAPHS

TREVIZAN, S. D. P.; ELOY, A. L. S. 1995. Nível alimentar da população rural na Região Cacaueira da Bahia. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n° 180. 19p.

PART OF MEETINGS

PIRES, J. L. et al. 1994. Cacao germplasm characterisation based on fat content. In: International Workshop on Cocoa Breeding Strategies, Kuala Lumpur, 1994. Proceedings. Kuala Lumpur, INGENIC. pp.148-154.

Literature cited should include published papers rather in the last 5 years.

15 - Correspondence of guiding will have to be signed by the author and coauthors.

Authors will receive the reprints of their published paper.

FAVORABILIDADE, DISTRIBUIÇÃO E PREVALÊNCIA DA VASSOURA-DE-BRUXA DO CACAUEIRO NO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, BRASIL

Sanlai Santos Lima^{1,2}, Carlos Alberto Spaggiari Souza³, Nara Geórgia Ribeiro Braz Patrocínio¹, Rangeline Azevedo da Silva¹, Renato Souza Gonzaga dos Santos², Karina P. Gramacho^{1,2}*

¹Comissão Executiva do Plano, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPLAC/CEPEC), Seção de Fitossanidade, Laboratório de Fitopatologia Molecular, Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 22, 45600-970, Ilhéus-BA, Brasil. ialnas@hotmail.com; naragrb@hotmail.com; rangeline.as@gmail.com; renatosgonzaga@gmail.com; gramachokp@hotmail.com;

²Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Departamento de Ciências Biológicas, Centro de Biotecnologia e Genética, Rodovia Ilhéus/Itabuna, km 16, 45662-900, Ilhéus-BA, Brasil.

³Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira, Estação (CEPLAC/ESFIP), Rodovia Vitória/Linhares, km 150, Linhares-ES. spaggiari.ceplac@gmail.com

*Autor para correspondência: gramachokp@hotmail.com

A vassoura-de-bruxa do cacaueiro (VBC), causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* foi identificada no estado do Espírito Santo (ES) no ano de 2001 tornando-se o principal problema fitopatológico das plantações de cacau do estado. Neste trabalho, realizou-se um diagnóstico da severidade da doença no ES por meio de informações climáticas, área de cacau plantada e prevalência da doença na região. Foram visitadas 25 fazendas representativas das principais regiões produtoras de cacau do estado, onde foram coletados tecidos de cacau com sintomas característicos da doença. Verificou-se que 28% das fazendas visitadas apresentaram nível de severidade 1, 40% nível 2, e 32% apresentaram nível 3, as quais exibiram tanto um elevado número de vassouras na copa como também vassouras nas almofadas florais. Um zoneamento, com base na área plantada de cacau e nas condições climáticas favoráveis à VBC no estado do ES foi elaborado identificando as zonas como 'favorável', 'relativamente favorável' e 'desfavorável'. Linhares e São Mateus apresentaram-se como as regiões mais favoráveis a VBC. Em paralelo, obteve-se uma coleção de isolados de *M. perniciosa* representativa da diversidade do patógeno das principais regiões produtoras do estado com o intuito de servir como base para subsidiar futuros estudos fitopatológicos sobre a biologia, patogenicidade, genética populacional e melhoramento genético do cacaueiro no ES. Esta coleção está depositada na micoteca de *M. perniciosa* da CEPLAC/CEPEC/FITOMOL (registro 109/2013 CGEN-Processo 02000.001362/2013-76).

Palavras-chave: Cacau, *Moniliophthora perniciosa*, zoneamento fitossanitário.

Favorability, distribution and prevalence of witches'broom disease of cacao in the State of Espírito Santo, Brazil. The witches'broom disease of cacao (WBD), caused by the fungus *Moniliophthora perniciosa* was reported in the Espírito Santo (ES) State in the year 2001, and soon became the main phytopathological problem that affects the cacao plantations in the State. A diagnostic of the disease severity considering favorable climatic conditions, cacao planted area, and prevalence of the disease in the region was carried out. Twenty-five representative farms from the major cacao producing regions of the State were visited and diseased cacao tissues with characteristic symptoms of the disease were collected. It was found that 28% of the visited farms showed severity level 1, 40% level 2, and 32% level 3, the last exhibited a high number of canopy brooms and flower cushions brooms. Favorable areas were established according to WBD favorability in the ES, the identified zones were: 'favor', 'relatively favorable' and 'unfavorable' based on cacao planted area of cacao and climatic conditions. Linhares and São Mateus were the most favorable regions for WBD development. A collection of *M. perniciosa* isolates representative of the fungal diversity in the State was established. This collection represents an important step for future phytopathological studies about the biology, pathogenicity, population genetics and genetic improvement of cacao in ES. All isolates are deposited in the culture collection of *M. perniciosa* of CEPLAC/CEPEC/FITOMOL (registration 109/2013 CGEN-Process 02000.001362 / 2013-76).

Key words: Cacao, *Moniliophthora perniciosa*, phytosanitary zoning.

Introdução

O cacau (Theobroma cacao L.), conhecido como a árvore do chocolate, é uma espécie diplóide, pertencente à família Malvaceae, típica de clima tropical e nativa de floresta úmida da América, onde cresce em ambiente de sub-bosque. O interesse de cultivo desta espécie está, principalmente, no aproveitamento de suas sementes para produção do chocolate e outros subprodutos tais como mel, polpa, ração animal, fertilizantes, geleias, manteiga, e cacau em pó. A cultura do cacau está constantemente sob ameaça de novas doenças por uma ampla gama de patógenos fúngicos (Bowers et al., 2001), os quais ocasionam perda de um terço na produção mundial de cacau.

A ocorrência de doenças fúngicas é o principal fator limitante a produtividade da cultura, dentre estas cítase a vassoura-de-bruxa do cacau (VBC), causada pelo fungo *Moniliophthora perniciosa* (Stahel) Aime e Phillips-Mora (Aime; Phillips-Mora, 2005), um patógeno hemibiotrófico que infecta tecidos meristemáticos (gemas vegetativas, florais e/ou frutos em formação) (Purdy; Schmidt, 1996). Na fase biotrófica, o fitopatógeno provoca alterações histológicas, morfológicas e fisiológicas (Frias et al., 1991), tecido e tempo-específicas no cacau (Sena et al., 2014). A resposta do hospedeiro, localizada no sítio de infecção, resulta no aumento dos tecidos infectados (Ceita et al., 2007) e desenvolvimento de ramos laterais, dando a aparência de uma vassoura-reconhecidamente o sintoma típico da doença.

No Brasil, as regiões da Amazônia e estado da Bahia se destacam como principais produtoras do cultivo do cacau. No ano de 2017 o estado do Pará consolidou sua posição de maior produtor de cacau em grão do país (IBGE, 2017), respondendo por quase 50% da produção nacional, à frente da Bahia, segunda colocada no ranking. Segundo o levantamento sistemático da produção agrícola (LSPA - Levantamento Sistemático da Produção Agrícola) de junho de 2017 (IBGE, 2017). A produção de cacau em grão do Pará atingiu perto de 116 mil toneladas em 2017, acima das 105 mil toneladas previstas para a Bahia que sofreu a quebra na safra devido à forte seca. Com uma área plantada maior que a do Pará, estima-se que a Bahia (antes o primeiro maior produtor nacional de cacau) se recupere dos efeitos da seca de

2016, o que permitirá que retome a liderança ainda na próxima safra. Em terceiro lugar está o estado do Espírito Santo produzindo 6,5 mil toneladas de amêndoas e com 5 mil toneladas o estado de Rondônia que vem crescendo em produção.

O cultivo do cacau no Espírito Santo remonta aos anos de 1880, nas terras da Fazenda Guararema por Francisco Calmon. A partir de 1917, o cultivo começou a ser explorado *mais intensamente* sob a floresta do Baixo Rio Doce, pelos cacaueiros Filogônio de Souza Peixoto e Antônio Negreiros Pêgo ao adquirirem as fazendas Maria Bonita e Gigante, ambas localizadas às margens do Baixo Rio Doce, em uma região com condições climáticas propícias ao cultivo do cacau (Costa, 1989). Nos governos de Bernardino Souza Monteiro (1916-1920) e Nestor Gomes (1921-1924) foi estimulado o plantio do cacau no região do Baixo Rio Doce, em Linhares, no Estado do Espírito Santo, neste mesmo ano, o estado adquiriu uma fazenda com plantações de cacau onde foi fundada a Estação Experimental Estadual de Goytacazes. Cujo objetivo foi conduzir pesquisas com esse cultivo visando dar suporte técnico aos produtores (Costa, 1989). Na primeira metade do século XX, a cultura do cacau continuou se desenvolvendo no vale do Baixo Rio Doce, sobretudo no município de Linhares, contribuindo para o intenso crescimento de sua população e economia do estado, de tal forma que este fato consta nos livros de história regionais que o município de Linhares é um subproduto do cacau (Pereira, 2017).

Os primeiros plantios em grande escala no Estado do Espírito Santo foram feitos a partir de sementes procedentes do Estado da Bahia. Eram cacaueiros do grupo Forasteiro Amazônico, representados pelos cultivares Comum, Pará e Maranhão. ‘Pará’ e ‘Maranhão’, apresentam ainda formas ou tipos conhecidos como Parazinho, Maranhão Liso e Maranhão Rugoso, respectivamente (Dias et al., 2003).

Por se tratar de uma “commodity”, o cultivo do cacau alterna momentos de altos preços e de crise. Em meados da década de 80, uma nova queda de preços não sustentou os altos custos de produção e como resultado houve o abandono dos tratos culturais e fitossanitários e consequente queda na produtividade dos produtores capixabas sem a oferta de crédito rural levando ao crescente endividamento dos produtores

(PEDEAG, 2007). A crise agravou-se ainda mais com a introdução da VBC em 22 de fevereiro de 2001, oficialmente relatada na Fazenda Maria Bonita, em Linhares (PEDEAG, 2007). Rapidamente a VBC disseminou-se para os principais municípios produtores de cacau do estado. A partir de 2002, a produção cacaueira no ES começou a declinar e, passados 15 anos, a produção caiu pela metade: variando de 11.722 toneladas para quase 6.000 toneladas em 2016, considerando ainda um aumento de quase 2000 hectares de área colhida nesse período.

É possível associar essa baixa produção e produtividade a diversos fatores, mas sem dúvida a VBC é uma das principais causas desse resultado. Assim como na Bahia, os impactos da doença se propagaram após a introdução da praga nas lavouras, com diminuição da produtividade ano após ano. Santos Filho et al. (2008) observaram estreita relação entre a incidência da doença e a produção de cacau na Bahia no período compreendido entre as safras de 1991/92 e 2006/07 quanto mais frutos doentes, menor a produção ao longo do supracitado período. Essa queda também foi relatada por Hartmann (2008) que, avaliando a evolução da produção de cacau na Bahia por 66 anos, discutiu que a produção apresentou crescimento contínuo até meados da década de noventa quando houve uma queda brusca na produção em consequência da referida doença. Assim, a presença da doença no estado do ES exerceu um efeito cascata devido a: (i) queda de produção de amêndoas, (ii) perda de receita por parte do cacaueiro, e (iii) abandono dos tratos culturais na lavoura. No estado do Espírito Santo, esses fatores foram e ainda são agravados devido às oscilações climáticas na região que ora sofre por períodos de estiagem, ora por enchentes.

Do ponto de vista fitossanitário, a ocorrência da VBC no estado do ES constitui um ponto de estrangulamento à manutenção da expansão da cacaueira no Estado. Portanto, a identificação precisa do patógeno e o zoneamento da doença são importantes, tendo em vista o estabelecimento de estratégias eficazes de controle. Este trabalho discute o impacto da doença VBC no estado do ES a partir da determinação da distribuição geográfica, prevalência e severidade da doença nas principais áreas produtoras de cacau do Estado do ES. O

segundo objetivo foi a formação de uma coleção de isolados representativos dos plantios comerciais de cacau do ES para subsidiar futuros estudos fitopatológicos sobre a biologia, patogenicidade, genética populacional e melhoramento genético do cacaueiro no ES.

Material e Métodos

Obtenção da Coleção de isolados de *Moniliophthora perniciosa*

A área de estudo utilizada refere-se aos plantios de cacau do estado do Espírito Santo, Brasil, limitado pelas latitudes de 18°15' e 19°45' S, a costa atlântica e o meridiano de 41° 00'. Nesta, foram amostradas 25 propriedades representativas das principais microrregiões de importância econômica para o cultivo do cacaueiro no Estado. Para determinar a severidade e prevalência da doença foram realizadas inspeções fitossanitárias e coletas de material doente entre outubro de 2011 e dezembro de 2012 (Figura 1). Visando a obtenção de uma coleção de *Moniliophthora perniciosa* (MP) do ES, vassouras secas foram coletadas e acondicionadas em sacos plásticos e levadas ao laboratório para o isolamento, identificação e confirmação do patógeno. O delineamento das coletas foi realizado de acordo com um “caminhamento” em W que consiste em percorrer toda a área de coleta em formato de um “W”, evitando-se as bordas e coletando-se vassouras em cacaueiros com distância mínima de 12 metros entre si. Os isolados obtidos foram identificados, registrados e depositados na coleção de culturas de *M. perniciosa* do CEPEC – FITOMOL (CEGEN Nº 109/2013/SECEXCGEN). Os números de registro indicam o local de plantio e a fazenda de onde foram obtidos os isolados.

Georreferenciamento e obtenção de Mapas de favorabilidade

As fazendas visitadas foram devidamente georreferenciadas (Tabela 1) e as informações cartográficas foram preparadas em ambiente de geoprocessamento utilizando o software Qgis (Hugentobler, 2008). O Qgis é um Sistema de Informação Geográfica (SIG), sistema livre e aberto,

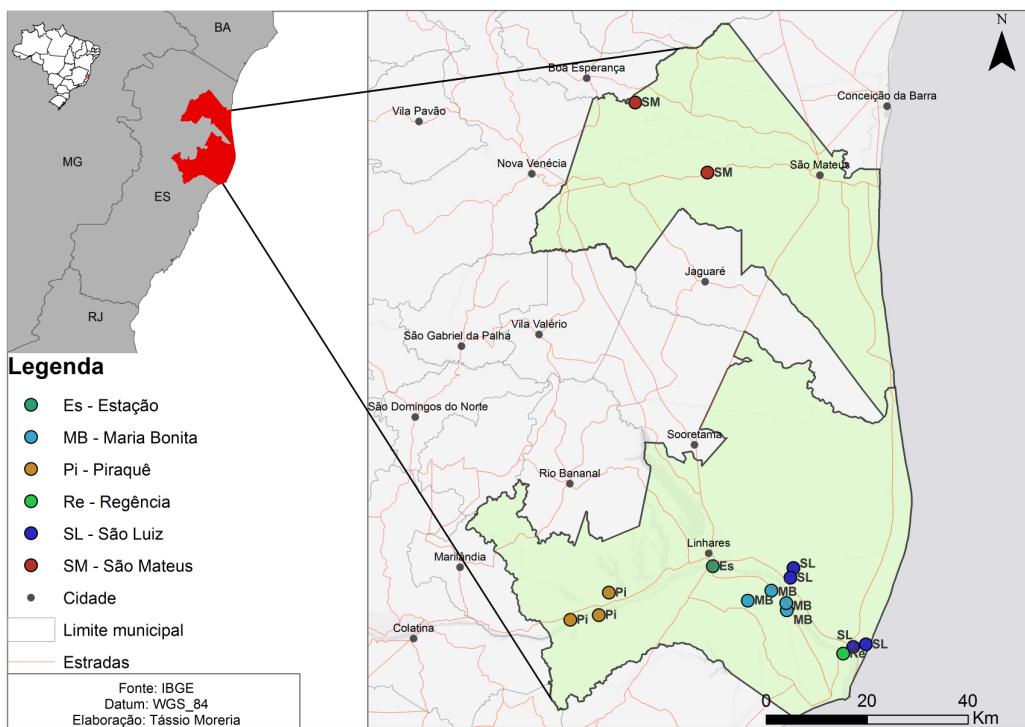


Figura 1. Área de ocorrência e distribuição geográfica das propriedades rurais representativas das principais microrregiões de importância econômica para o cultivo do cacaueiro no estado do Espírito Santo (ES) Brasil.

e suporta formatos de vetores, *rasters* e base de dados (QGIS Development Team, 2017). Segundo Jung (2013), permite a extensão fácil de suas funções principais através de *plugins* escritos pelo usuário, que podem ser baixados no desktop suíte.

Foram utilizados dados de área plantada de cacau do ES datados do ano de 2015 disponíveis no site do IBGE (2015), para a elaboração do mapa temático de área plantada e para o mapa temático de coletas os pontos de coletas georreferenciados (Tabela 1). Para elaboração do mapa de favorabilidade foram utilizados os dados médios anuais de temperatura e umidade relativa, do INCAPER (2017) e Climate-Data (2017), seguindo a metodologia de Moraes (2012). Com os mapas de favorabilidade e de área plantada, foi elaborado o mapa de risco, através da sobreposição de mapas, utilizando camadas vetoriais. Foram utilizados *shape files*, que estão disponíveis no site do Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo – NEREUS e no site do Ministério do Meio Ambiente (www.mma.gov.br), seção mapas. Através da função adicionar camadas vetoriais, os *shapes file* foram integrados para

preparar os mapas. Para o mapa dos pontos de coleta e o mapa temático de área plantada foi utilizado o sistema de referência Sirgas 2000 zona 24S (DATUM).

Tabela 1. Classificação dos níveis de severidade da doença vassoura-de-bruxa do cacaueiro (*Theobroma cacao L.*) baseado na sintomatologia

Níveis	Sintomas avaliados
1	Plantações apresentam poucas vassouras na copa e nas almofadas florais. A incidência de frutos é muito pequena;
2	Plantações apresentam um número elevado de vassouras na copa das plantas, um aumento de almofadas florais infectadas em relação ao Nível 1, a incidência de frutos é considerável;
3	Plantações com esse nível de severidade apresentam elevado número de vassouras na copa e a maioria das almofadas florais infectadas. A infecção de frutos inviabiliza economicamente o cultivo.

Fonte: CEPLAC (<http://www.ceplacpa.gov.br/site/wp-content/uploads/2010/09/Novo%20Folder%20vassoura-de-bruxa%20do%20cacaueiro.pdf>).

Sintomatologia e diagnóstico

A descrição da sintomatologia da doença nos cacauais do ES foi realizada pelos fitopatologistas da CEPLAC tomando como base bibliografias especializadas (Delgado; Cook, 1976; Evans, 1978; 1980; Griffith; Hedger, 1994; Purdy; Schmidt, 1996; Oliveira; Luz, 2005; Silva et al., 2002). A classificação dos níveis de severidade foi realizada pelo método adotado pela CEPLAC, Resolução nº 2165, de 19 de junho de 1995, que estabelece a severidade da doença de acordo com a prevalência da doença na área afetada (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização da severidade da vassoura-de-bruxa em plantios de cacaueiro nas propriedades rurais do estado do Espírito Santo (ES) Brasil

Município	Nº	Nome da propriedade rural	Nível de doença
João Neiva	1	Sarcinelli	2
	2	Sítio São Braz	2
	3	Califórnia	2
	4	CEPLAC/ESFIP	1
	5	Esperança	2
	6	Horizonte	2
	7	Ilha do Preto	3
	8	Santa Clara	1
	9	Ilha do Sossego	3
	10	Ipiranga	3
Linhares	11	Itamarati	2
	12	Luciana	2
	13	Luzitânia	3
	14	Maria Bonita	2
	15	Monsarás	1
	16	Petrópolis	1
	17	Piraquê I	3
	18	Primor	3
	19	São José	2
	20	São Luiz	1
	21	Valão da Anta	3
Pancas	22	Aldeamento	2
Rio Bananal	23	Boa Sorte	1
São Mateus	24	Campo Formoso	3
	25	Sítio da Seringa	1

Resultados e Discussão

De acordo com os índices de severidade estabelecidos pela CEPLAC, as lavouras cacaueiras

do ES apresentaram três níveis de doença. De todas as fazendas prospectadas 28% apresentaram nível 1, 40% apresentaram nível 2 e 32% apresentaram nível 3. Caracterizou-se também a sintomatologia nos diferentes níveis de severidade pela observação direta dos sintomas, a qual foi registrada através de fotografias



Figura 2. Níveis de severidade da doença vassoura-de-bruxa do cacaueiro nas lavouras do estado do Espírito Santo (ES) Brasil. (A) Nível 1, (B) Nível 2 e (C) Nível 3.

(Figura 2). Lavouras com nível 1 de severidade foram encontradas nas fazendas Petrópolis, área experimental da CEPLAC/ESFIP, Sítio da Seringa, Monsarás, São Luiz e Santa Clara (Figura 2A); lavouras que apresentaram nível 2 de severidade foram localizadas nas fazendas Maria Bonita, Horizonte, Luciana, Itamarati, São José, Sítio São Braz, Sarcinelli, Califórnia, Aldeamento (Figura 2B).

Nessas fazendas foram observados sintomas típicos da doença nos ramos, almofadas florais e frutos. Nestas áreas a doença foi facilmente visualizada nos ramos, que apresentaram um inchaço seguido pela emissão acentuada de brotos laterais – as chamadas vassouras vegetativas. Foram observadas vassouras tanto verdes quanto secas (Figura 3 A-B). As fazendas que apresentaram nível 3 de severidade foram: Piraquê, Valão da Anta, Esperança, Ilha do Sossego, Ilha do Preto, Luzitânea, Campo Formoso e Primor, a fazenda Ipiranga foi a que obteve nível mais extremo de severidade

(Figura 2C). Nestas plantações, além do elevado número de vassouras vegetativas na copa e na maioria das almofadas florais, também foram observadas elevada quantidade de basidiomas tanto nas vassouras secas, como também nos frutos na copa, nervuras das folhas e frutos dispersos no chão (Figura 3 C-D).

Muitas áreas das fazendas visitadas foram classificadas como economicamente inviáveis. A ausência de medidas de controle nestes casos favorece a pressão do inóculo, colocando em risco as variedades resistentes de cacaueiros. As almofadas florais doentes apresentaram flores hipertrofiadas, vassouras e frutos partenocárpicos denominados “morangos” e “cenouras”, que não evoluem em tamanho, seguido de necrose generalizada dos tecidos. Os frutos doentes apresentaram lesões circulares na superfície externa de coloração negra que evoluíram a total necrose. Frutos necróticos apresentaram-se colonizados com o micélio dicariótico, característico desta fase. A alta



Figura 3. Sintomas típicos da vassoura-de-bruxa do cacaueiro causados por *Moniliophthora perniciosa* em cacauais do estado do Espírito Santo (ES) Brasil: (A) vassoura vegetativa verde; (B) vassoura seca com sintoma de engrossamento e presença de basidiomas; (C) frutos modificados no formato morango e cenoura; (D) frutos em formato de morango e cenoura mumificados; (E) frutos mumificados com presença de basidiomas; (F) fruto lesionado com sementes necrosadas.

humidade relativa e alternância de chuva típica da região, provavelmente, favoreceram o aparecimento dos basidiomas (Figura 3E) nos frutos doentes. Neste estágio, as sementes apresentaram-se necrosadas, murchas e aderidas umas às outras (Figura 3F) sem valor para comercialização.

Segundo os dados do IBGE (2015), o município de Linhares (Figura 4A) apresentou a maior área plantada de cacau com 19.680 hectares, local onde foi centralizada a maioria das s (76% das propriedades). São Mateus, Rio Bananal e João Neiva foram os municípios com a segunda maior área plantada de cacau, variando de 101 a 801 hectares, representando as outras seis propriedades da área de estudo. Considerando a favorabilidade climática à VBC no ES, observou-se extensas áreas favoráveis à ocorrência e desenvolvimento da VBC com temperaturas de 20-25°C e umidade relativa superior a 80% (Figura 4B). Portanto, considerando a área plantada e a favorabilidade climática dessas regiões as áreas apresentaram-se com potencial de risco “relativamente favorável” e “favorável” à ocorrência da doença (Figura 4C).

Durante o estudo, foi possível notar que as fazendas que apresentaram menor severidade da doença realizavam poda fitossanitária, aplicação de fungicida, renovação das lavouras com clones resistentes e diversificação de cultivos. Foram observadas fazendas que apesar da elevada severidade da doença em genótipos suscetíveis a produtividade não foi tão afetada devido ao plantio de clones resistentes.

Portanto, a utilização do Manejo integrado da doença (MIP) pelos produtores proporcionou o melhor convívio com a doença. Diversos estudos realizados por pesquisadores da CEPLAC, dentre outros acerca do comportamento e a biologia da praga, e da epidemiologia da doença têm servido de base para recomendar o MIP. Por ex., Almeida et al. (1998) verificaram a diminuição significativa da porcentagem de frutos com vassoura, no tratamento em que foram combinadas a poda fitossanitária e a aplicação de fungicidas, que quando aliado ao plantio ou enxertia de copa com material genético resistente reduz a população do patógeno, assim diminuindo a severidade das áreas afetadas e evolução do fitopatógeno (Gramacho et al., 2006). Pereira e Valle (2012) citando Luz et al., 1997 enfatizam que o MIP tem efeito acumulativo na incidência da doença. Portanto, o uso do MIP nas lavouras do ES reduziu progressivamente o desenvolvimento da doença.

Uma observação feita durante este trabalho foi o fato de haver áreas extensas cultivadas com cacaueiros irrigadas por meio de micro aspersão. O uso de irrigação por micro-aspersão ou aspersão subcopia, apesar de aumentar substancialmente a produção, pode propiciar um microclima adequado ao desenvolvimento do patógeno por favorecer condições de elevada umidade em temperaturas entre 20 e 30 °C, como as encontradas no local. Estas condições são citadas como sendo ideal para a formação dos basidiomas (Rocha; Wheeler, 1985), onde são formados os basidiósporos, únicos propágulos infectivos do

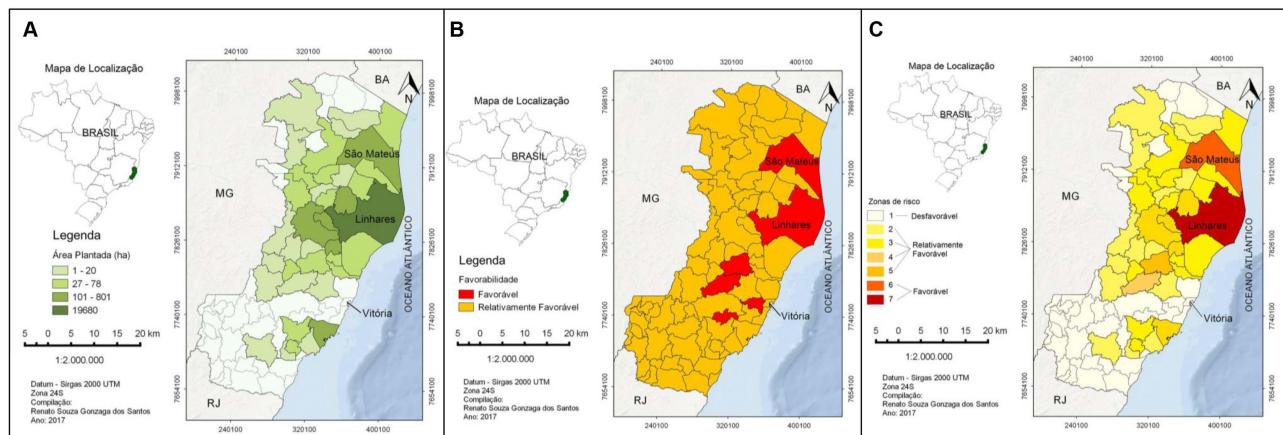


Figura 4. Mapas temáticos de Área plantada de cacau (A), Favorabilidade climática à vassoura-de-bruxa do cacaueiro (B) e Áreas com potencial de risco ao estabelecimento da doença vassoura-de-bruxa do cacaueiro (C) no estado do Espírito Santo (ES) Brasil.

patógeno. Os basidiósporos são dispersos principalmente pelo vento e gotículas de água de modo eficiente a curtas distâncias - até 100 m da fonte de inóculo, e com menor eficiência até 300 m (Baker et al., 1941), infectando os frutos na parte baixa da planta, por conseguinte aumentando a incidência da doença.

Em termos gerais, as doenças da parte aérea são favorecidas pelos sistemas de irrigação por aspersão (Lopes et al., 2006). Estudos em outros cultivos têm indicado que a irrigação por gotejamento tem sido recomendada em substituição da aspersão devido a economia de água, o aumento da produtividade e da qualidade dos frutos e a redução na incidência de doenças foliares (Diver, 1999; Koike et al., 2000; Souza, 2003). Nas regiões semiáridas e tabuleiros costeiros do Extremo Sul e Norte do Estado, o plantio do cacaueiro sob regime intensivo a pleno sol, utilizando irrigação e fertirrigação já é uma realidade e estas regiões representam zonas de escape a VBC. No entanto, existem poucos trabalhos de pesquisa com o objetivo de se avaliar os efeitos de sistemas de irrigação na ocorrência de doenças e as formas mais indicadas de manejá-los. Com a expansão do cultivo do cacaueiro no estado e a adoção de plantações com regime intensivo de produção, essa temática torna-se uma prioridade.

Vale relatar que no ES, as constantes cheias do Rio Doce também podem ter contribuído para a dispersão de *M. perniciosa* entre as fazendas situadas a sua margem. Relatos de produtores pontuaram a prática de amontoar vassouras secas retiradas após as podas, muitas vezes às margens do rio. A recomendação oficial é que os galhos afetados por MP sejam queimados (Oliveira; Luz, 2005), ou aplicar biofungicidas como o TRICOVAB® (fungicida biológico para lavouras de cacau) com ação antiesporulante, assim evitando a formação de basidiomas.

Neste trabalho, foi constituída uma coleção formada com 225 isolados de *M. perniciosa* para fins de pesquisa com foco na diversidade genética do patógeno. Este resultado representa um importante acervo para estudos de diversidade a população de MP existente nas diferentes regiões produtoras de cacau do ES. Os isolados, foram obtidos nas áreas classificadas como “favorável” à ocorrência da VBC (São Mateus e Linhares). No foco de São Mateus 27 isolados foram obtidos em três principais fazendas da região. No foco de Linhares as coletas foram divididas

em cinco áreas: (i) Faz. Maria Bonita foram obtidos 73 isolados em 5 fazendas; (ii) área de São Luiz com 53 isolados obtidos de 5 fazendas, e (iii) área de Piraquê, 40 isolados obtidos em uma única fazenda; (iv) na área mediana (ESFIP) e (v) área Beira Mar foram obtidos em cada uma 16 isolados (Tabela 3).

Este trabalho contribui tanto com a descrição da severidade da VBC no ES, no período de outubro de 2011 a dezembro de 2012, como também foi demonstrado que estas áreas apresentam condições climáticas altamente favoráveis ao estabelecimento e desenvolvimento da doença. O controle genético deve ser adotado como parte do manejo integrado da praga. Como parte desse sistema, aplica-se também o controle cultural, através das podas de limpeza ao final de cada colheita, raleamento da sombra em plantios densos e drenagem nas áreas sujeitas a alagamentos, e o controle biológico.

Tabela 3. Isolados de *Moniliophthora perniciosa* coletados na Zona de risco favorável à ocorrência da doença vassoura-de-bruxa do cacaueiro no estado do Espírito Santo

Zonas de risco	Local de coleta	Nº de isolados
São Mateus	Fazenda São Mateus	3
	Fazenda Campo Formoso	11
	Fazenda São Domingos	13
Foco Maria Bonita		
Linhares	Fazenda Maria Bonita	17
	Fazenda Primor	18
	Fazenda Luciana	12
	Fazenda Lusitânia	15
	Fazenda Esperança	11
Foco São Luiz		
Linhares	Fazenda São Luiz	17
	Fazenda Califórnia	18
	Fazenda Valão da Anta	15
	Fazenda São José	3
Foco Piraquê		
Total	Fazenda Ilha do Sossego	17
	Fazenda Piraquê	9
	Fazenda Ipiranga	14
	Área Mediana	
	ESFIP	16
	Área Beira Mar	
	Fazenda Petrópolis	16
Total		225

Estes resultados são importantes para o estabelecimento de novos plantios, para o planejamento de pesquisas futuras visando seleção de clones resistentes a doença. Serve também de alerta epidemiológico pelo fato dos cacauais estarem implantados em áreas com favorabilidade a doença. Portanto o emprego do manejo integrado de pragas MIP não deve ser negligenciado.

Agradecimentos

À Estação Experimental Filogônio Peixoto e a Gerência de Extensão e Pesquisa da CEPLAC/GERES - Linhares/ES pelos recursos humanos disponibilizados. Em especial a Dr. Marco Antônio, Dr. Paulo Siqueira, Binda, Daury Gasparini, Manoel, José Reis, Moqueca, Leonardo e Cândido. A CAPES pela concessão da bolsa de estudos e a UESC pela concessão da verba PROAP.

Literatura Citada

- AIME, M. C.; PHILLIPS-MORA. W. 2005. The causal agents of witches' broom and frosty pod rot of cacao (chocolate, *Theobroma cacao*) form a new lineage of Marasmiaeae. *Mycologia* 97(5):1012-22.
- ALMEIDA, L. C. C.; NIELLA, G. R.; BEZERRA, J. L. 1998. Efeito de remoções de partes doentes do cacaueiro associadas a intervalos de aplicação de óxido cuproso no controle da vassoura-de-bruxa na Bahia. *Agrotrópica* (Brasil) 10(2):95- 102.
- BAKER, R.; CROWNDY, S. H.; THOROLD, C. A. 1941. Witches' broom disease investigations: seasonal variations in the intensity of infections and their effect on control measures. *Tropical Agriculture* 18:107-116.
- BOWERS, J. H. et al. 2001. The impact of plant diseases on world chocolate production. *Plant Health Progress*. doi: 10.1094/PHP-2001-0709-01-RV.
- CEITA, G. O. et al. 2007. Involvement of calcium oxalate degradation during programmed cell death in *Theobroma cacao* tissues triggered by the hemibiotrophic fungus *Moniliophthora perniciosa*. *Plant Science* 173:106-117.
- CLIMATE-DATA. 2017. Dados Climáticos para cidades mundiais. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/>. Acesso em: 10 de agosto de 2017.
- COSTA, N. C. S. 1989. Terra e povoamento na implantação da lavoura cacauícola no Espírito Santo: Um estudo de caso: Linhares - 1900 a 1930. Dissertação Mestrado. Campos dos Goytacazes, RJ, UENF.
- DELGADO, J. C.; COOK, A. A. 1976. Nuclear condition of the basidia, basidiospores, and mycelium of *Marasmus perniciosus*. *Canadian Journal Botanic* 54:66-72.
- DIAS, L. A. S. et al. 2003. Período mínimo de colheita para avaliação de cultivares de cacau em Linhares-ES. *Revista Árvore* 27(4):495-501.
- DIVER, S.; KUEPPER, G.; BORN, H. 1999. Organic tomato production. ATTRAC - Appropriate Technology Transfer for Rural Areas. 24p.
- EVANS, H. C. 1978. Witches' broom disease of cacao (*Crinipellis perniciosa*) in Ecuador: I. The fungus. *Annals of Applied Biology* 89:185-192.
- EVANS, H. C. 1980. Pleomorphism in *Crinipellis perniciosa*, causal agent of witches' broom disease of cacao. *Transactions of the British Mycological Society* 74:515-523.
- FRIAS, G. A.; PURDY, L. H.; SCHMIDT, R. A. 1991. Infection biology of *Crinipellis perniciosa* on vegetative flushes of cacao. *Plant Disease* 75(6):552-556.
- GRAMACHO, K. P. et al. 2006. Vassoura-de-bruxa, evolução do fungo e necessidade de remoção das partes afetadas em clones resistentes. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n. 191. 12p.
- GRIFFITH, G. W.; HEDGER, J. N. 1994. The breeding biology of biotypes of the witches' broom disease of cacao *Crinipellis perniciosa*. *Heredity* 72:278- 289.
- HARTMANN, T. 2008. Avaliação das perdas de receita da lavoura cacauícola da Bahia provocadas pela introdução da doença vassoura-de-bruxa. Disponível em: http://canaldoprodutor.com.br/sites/default/files/E15_19038Perda_de_Rentabilidade.pdf. Acesso em: 16 julho 2017.
- HUGENTOBLE, M. 2008. Quantum Gis. In: *Encyclopedia of GIS*. Springer United States. pp. 935-939.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Indicadores IBGE. 2015. Estatística da Produção Agrícola. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/>. Acesso em: 16 de julho de 2017.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. Indicadores IBGE. 2017. Estatística da Produção Agrícola. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/>. Acesso em: 16 de julho de 2017.
- INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA - INCAPER. 2017. Sistema de Informações Meteorológicas Disponível em: <https://meteorologia.incaper.es.gov.br>. Acessado em: 04 de junho de 2017.
- JUNG, M. 2013. LecoS QGIS plugin to conduct landscape ecology statistics. Peer J Pre Prints 1:e116v2.
- KOIKE, S.T. et al. 2000. Plant disease management for organic crops. University of California, Division of Agriculture and Nature Resources. Disponível em: <http://anrcatalog.ucanr.edu/pdf/7252.pdf>. Acesso em: Agosto de 2017.
- LOPES, C. A.; MARQUELLI, W. A.; CAFÉ FILHO, A. C. 2006. Associação da irrigação com doenças de hortaliças. Revisão Anual de Patologia de Plantas, (Brasil) 14:151-179.
- LUZ, E. D. M. N. et al. 1997. Doenças do cacaueiro. In: Zambolim, L.; Vale, F. X. R. Controle de doenças de plantas: grandes culturas. Viçosa, MG, UFV. pp. 611-655.
- MORAES, W. B. et al. 2012. Análise do risco de ocorrência da monilíase em cacaueiro no Brasil face às mudanças climáticas globais. Summa Phytopathologica 38(1):30-35.
- OLIVEIRA, M. L.; LUZ, E. D. M. N. 2005. Identificação e manejo das principais doenças do cacaueiro no Brasil. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. 132p.
- PEREIRA, C. 2017. "Linhares foi construída em função da cultura do cacau", diz Emir Filho. Correio do Estado, Linhares, 19 ago. Especial Linhares 217 anos. Ano XII, nº 3.143. pp.8.
- PEREIRA, J. L.; VALLE, R. R. M. 2012. Manejo integrado da vassoura-de-bruxa do cacaueiro. In: Valle, R. R., 2ed. Ciência tecnologia e manejo do cacaueiro, Brasília, DF. pp. 357-376.
- PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DE DESENVOLVIMENTO DA AGRICULTURA. - PEDEAG. 2007. 2007-2025. Secretaria de Agricultura, Abastecimento, Aquicultura e Pesca - SEAG-Governo do Estado do Espírito Santo, Linhares-ES. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/>. Acesso em: Agosto de 2017.
- PURDY, L. H.; SCHMIDT, R. A. 1996. Status of cacao witches' broom: biology, epidemiology, and management. Phytopathology 34:573-594.
- ROCHA, H. M.; WHEELER, B. E. J. 1985. Factor influencing production of basidiocarps and the deposition and germination of basidiospores of *Crinipellis perniciosa*, the causal fungus of witches'broom on cacao (*Theobroma cacao*). Plant Pathology 34:319-328.
- SANTOS FILHO, L. P. et al. 2008. Produção de cacau e a vassoura-de-bruxa na Bahia. Agrotrópica (Brasil) 20:73-82.
- SENA, K.; ALEMANNO, L. E.; GRAMACHO, K. P. 2014. The infection process of *Moniliophthora perniciosa* in cacao. Plant Pathology 63:1272-1281.
- SILVA, S. D. V. M. et al. 2002. Redescrição da sintomatologia causada por *Crinipellis perniciosa* em cacaueiro. Agrotrópica (Brasil) 14(1):1-28.
- SOUZA, J. L. 2003. Tomateiro para mesa em sistema orgânico. Informe Agropecuário (Brasil) 24(219): 108-120.
- QGIS-Development Team. 2017. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>. Acesso em: Junho de 2017.

USO DE IMAGEM DIGITAL PARA ESTIMAR O TEOR FOLIAR DE NITROGÊNIO EM CACAUEIROS

Tayla de Almeida Silva¹, José Olimpio de Souza Júnior², Marcelo Schramm Mielke³, Cesar Oswaldo Arévalo Hernández⁴

¹Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 16, Salobrinho, 45662-900, Bahia, Brasil, tylasilva@ymail.com. ²Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 16, Salobrinho, 45662-900, Bahia, Brasil, olimpio@uesc.br. ³Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, Departamento Ciências Biológicas, Rodovia Ilhéus-Itabuna, km 16, Salobrinho, 45662-900, Bahia, Brasil, msmielke@uesc.br. ⁴Instituto de Cultivos Tropicales, Tarapoto, Peru, cesar.arevaloh@gmail.com

A reflectância das folhas pode ser uma alternativa para estimar a teor de nitrogênio (N) na planta, devido à relação entre o teor de clorofila e o de N no tecido foliar. O uso da imagem digital para avaliar o teor de N foliar vem sendo testado para algumas culturas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso da imagem digital para predizer o status nutricional de N em cacaueiros. Foram selecionadas 20 propriedades rurais no Sul da Bahia, que possuem lavoura cacauera em sistema agrossilvicultural e sem irrigação. Dentre as propriedades rurais que foram selecionadas, 10 estavam em zona úmida (ZU) e 10 em zona úmida a subúmida, denominada aqui apenas de zona subúmida (ZSU). Os materiais genéticos selecionados para trabalho foram os clones PH16, CCN51 e PS1319. Em cada propriedade, foram selecionadas quatro plantas de cada clone e quatro folhas diagnosticas foram amostradas por planta. As folhas foram escaneadas para obtenção de imagens digitais, nas quais, com auxílio do software Image J, foram determinados os valores red (R), green (G) e blue (B). O teor de N foliar também foi determinado. Nas condições deste estudo, não houve boas correlações entre componentes RGB e o teor foliar de N em cacaueiro cultivados em sistemas agrossilvicultural no Sul da Bahia, sugerindo que, para estas condições, o método da análise de imagem digital possui baixa capacidade preditiva do teor de N foliar.

Palavras-chave: Diagnóstico nutricional, *Theobroma cacao*, pigmentos fotossintéticos, índices RGB.

Use of digital image to estimate the nitrogen content in cacaueros leafs. The reflectance of the sheets can be an alternative for estimating the nitrogen content (N) in the plant, due to the relation between the content of chlorophyll and N in leaf tissue. The use of digital imaging to assess the leaf N content has been tested for some crops. The objective of this study was to evaluate the use of digital imaging to predict the nutritional status of N in cocoa. 20 rural properties were selected in the south of Bahia, where can be found cocoa plantation in agroforestry system and without irrigation. Among the rural properties selected, 10 were in humid zone (ZU) and 10 in the sub-humid and humid, called here only sub-humid zone (ZSU). The selected genetic material to work are the PH16, CCN51 and PS1319 clones. In each property, four plants of each clone were selected and four diagnostic leaves were sampled per plant. The leaves were scanned to obtain digital images, in which, with the help of Image J software, the red (R), green (G) and blue (B) values were determined. Leaf N content was also determined. In our study, there was no good correlations between components RGB and leaf nitrogen content in cocoa grown in agroforestry systems in southern Bahia; suggesting that, for these conditions, the method of digital image analysis has low predictive ability of the leaf N content.

Key words: Nutritional diagnosis, *Theobroma cacao*, photosynthetic pigments, RGB index.

Introdução

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes que desperta mais interesse por parte de produtores e pesquisadores em todo o mundo. Por ser um dos elementos mais requeridos pelas plantas, devido à sua relevância na produção de novas células e tecidos (Santos et al., 2016), o teor deste nutriente, interfere diretamente no crescimento, desenvolvimento e produção. Nesse contexto, o custo relativamente elevado dos fertilizantes nitrogenados, o tipo de fertilizante e a sub ou superfertilização, podem afetar significativamente a produção agrícola (Porto et al., 2014).

A dinâmica do N no solo é muito complexa e diferenciada em relação aos outros nutrientes. Esse nutriente possui grande mobilidade no solo, sofre inúmeras transformações mediadas por microrganismos, possui alta movimentação em profundidade, transforma-se em formas gasosas e se perde por volatilização, e tem baixo efeito residual (Aguiar; Silva, 2005). Com isso, parte expressiva do N introduzido no sistema de produção agrícola é frequentemente perdida. Schröder (2000), citado por Sena Junior et al. (2007), afirma que o N deve ser utilizado com cuidado para maximizar o retorno econômico, reduzir a susceptibilidade da cultura a pragas e doenças, melhorar a qualidade da cultura, poupar energia e proteger o meio ambiente.

Buscando otimizar a tomada de decisão em relação à recomendação de adubação nitrogenada há incentivos a pesquisas visando o estudo de métodos alternativos para avaliar o estado nutricional de N em plantas, de forma rápida e com menos custo para o produtor. O clorofilômetro é um aparelho portátil que permite a avaliação indireta do teor de N nas plantas, diretamente no campo. Contudo, o equipamento ainda é de difícil aquisição por produtores pelo alto custo e pela baixa disponibilidade no mercado brasileiro (Felisberto et al., 2016).

O N tem grande importância como constituinte de moléculas de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucléicos e citocromos, além de sua importante função como integrante da molécula de clorofila (Malavolta, 2006). A intensidade da cor verde da folha pode ser alternativa para estimar o teor de N na planta, devido à essa relação entre o teor de clorofila e o teor de N foliar (Sant'ana et al., 2010; Mercado-Luna et al.,

2010). A manipulação das imagens digitais, por meio de programas editores de imagem, fornece índices que expressam a cor verde da planta, que pode ter boa correlação com o teor de N na folha (Backes et al., 2010; Lima et al., 2012).

De acordo com Godinho et al. (2008), as imagens formadas nas telas dos computadores, normalmente, utilizam o sistema RGB para a definição de cores. Neste sistema, cada tom de cor é definido por três canais: R (vermelho), G (verde) e B (azul), cada canal possui valores que variam de 0 a 255, permitindo uma combinação de 2563 tonalidades em cada pixel, refletindo cores diferentes de acordo com a combinação desses três canais. Partindo do princípio de que a deficiência de N leva à redução na intensidade da coloração verde das folhas, estas medidas podem ser utilizadas para monitorar o teor deste nutriente presente nas plantas.

Ainda são poucos os trabalhos que fazem uso da imagem digital para auxílio na diagnose nutricional em cacaueiros. O uso da imagem digital para avaliar o teor de N em plantas vem sendo testado para algumas culturas como algodão, forrageiras, eucalipto, entre outras. Para essas culturas, tem-se obtido correlações positivas com teores foliares de N (Backes et al., 2010; Rossato et al., 2012; Rocha et al., 2013), no entanto, para que os índices obtidos por este método sejam utilizados de forma correta eles precisam estar calibrados de acordo com a cultura que será estudada.

Na cacaicultura, até o momento, não há estudos relacionados ao emprego desse método de análise. Diante desse contexto, a realização desse estudo teve como objetivo avaliar o uso de imagens digitais para predizer o teor de N foliar em cacaueiros.

Material e Métodos

Foram selecionadas 20 propriedades rurais no sul da Bahia, em 16 municípios (Tabela 1), que possuem lavoura cacauícola em sistema agrossilvicultural e sem irrigação. Dentre as propriedades rurais que foram selecionadas, 10 estavam em zona úmida (ZU) e 10 em zona úmida a subúmida, denominada neste texto apenas de zona subúmida (ZSU) (SEI, 2015). A ZU não possui estação seca definida e se enquadra em sete tipos climáticos segundo Thornthwaite: B4rA', B3rA', B2rA', B2rB', B1rA', B1r'A' e B1wA' (SEI, 2015).

Tabela 1 - Municípios e número de propriedades, por zona climática do sul da Bahia, onde este trabalho foi desenvolvido

Zona climática úmida (ZU)	Zona climática subúmida (ZSU)		
Município	Nº de propriedades	Município	Nº de propriedades
Uruçuca	1	Ipiaú	3
Teolândia	1	Itagibá	2
Itamarí	1	Ibirataia	2
Piraí do Norte	1	Barra do Rocha	1
Ibirapitanga	1	Itagi	1
Gandu	1	Gongogi	1
Wenceslau Guimaraes	1		
Ubatã	1		
Uma	1		
Ilhéus	1		

A ZSU possui um a dois meses de seca e se enquadra em quatro tipos climáticos: C2d A', C2d' A', C2d B' e C2w A' (SEI, 2015).

Os materiais genéticos selecionados para este trabalho foram os clones PH16, CCN51 e PS1319, por serem clones bastante difundidos na região, além de serem clones com boa produtividade e tolerância à vassoura de bruxa (Mandarino e Gomes, 2009). Em cada propriedade foram selecionadas quatro plantas de cada clone, com idade superior a cinco anos, em situações edáficas e topográficas distintas, buscando-se atingir maior variedade de solo possível. No período de janeiro a maio de 2015 foram coletadas quatro folhas sadias por planta (total de 48 folhas por propriedade), uma em cada quadrante, na meia altura da copa da planta (terceira folha a partir do ápice de um ramo recém amadurecido, sem lançamentos) (Souza Júnior, 2012).

Devido ao tamanho das folhas do cacaueiro, foi necessário cortá-las transversalmente em três partes para que fosse compatível ao tamanho do scanner, sendo o ápice e a base descartados e a porção da central, face adaxial, escaneada em no máximo oito horas após a coleta, utilizando o scanner de mesa HP scanjet 2400. O método de análise de imagens obtidas por scanner de mesa é considerado mais preciso, sendo utilizado como referência por vários autores (Lopes et al., 2007; Cunha et al., 2010; Lucena et al., 2011).

As imagens digitais foram salvas no formato TIFF (100 dpi) – esse formato e resolução permitem que uma ou várias folhas sejam analisadas uma única vez num único arquivo – e posteriormente as mesmas

foram analisadas no software Image J, que permite quantificar o valor médio das cores presentes na imagem. Com auxílio do referido software, obteve-se a área do fragmento foliar e, em duas áreas delimitadas por um retângulo de 8,84 por 0,91 cm (delimitação necessária para utilização do software), localizadas na porção central dos lados opostos da nervura central, determinaram-se os valores red (R), green (G) e blue (B), os quais correspondem as quantidades de radiação de luz vermelha, verde e azul refletidas pela imagem. A partir destes índices, médias das duas leituras por folha e de quatro folhas por planta, calculou-se os valores RGB sugeridos por diferentes autores e resumidas no trabalho de Riccardi et al. (2014): R, G, B, (R-B)/(R+B), G/(R+G+B), R/(R+G+B), G/R, R+G+B, R-B, R+B e R+G.

Os quatro fragmentos foliares de cada planta constituíram a amostra composta que foi seca, pesada e moída, sendo o teor foliar de N determinado por digestão, destilação e titulação (Silva, 2009). Determinou-se também a massa foliar específica (MFE: g cm⁻³), obtida pela divisão da massa seca pela área do fragmento foliar.

Fez-se análise de correlação linear simples de Pearson, a 1 % e 5 % de significância pelo teste t; e posteriormente análise de regressão simples e múltipla a 5 % de probabilidade, sendo os modelos de regressão semelhantes, por região e clone, comparados entre si pelo intervalo de confiança dos coeficientes da regressão. Para isso, foi utilizado o software estatístico R.

Resultados e Discussão

De modo geral, as correlações obtidas entre os componentes RGB e os teores de N foram superiores na ZU quando comparadas com a ZSU (Tabela 2), principalmente para os clones PH16 e CCN51, sendo a maioria dessas correlações negativas para todos os clones, indicando que as variáveis analisadas são inversamente proporcionais. Silva (2014) observou que um menor teor de clorofila, consequentemente menor teor de N, faz com que as espécies vegetais apresentem uma menor absorção da radiação luminosa na região do espectro entre 500 e 650 nm, já que este nutriente compõe a molécula de clorofila, pigmento que funciona como fotorreceptor da luz visível responsável pela fotossíntese. Por ter uma menor absorção nesses

Tabela 2 - Correlação linear de Pearson entre os teores foliares de N e componentes RGB, para três clones de cacaueiros, em duas zonas climáticas, do sul da Bahia: zona úmida (ZU) e zona subúmida (ZSU)

PH16		PS1319		CCN51		Todos os clones			
	ZU	ZSU	ZU	ZSU	ZU	ZSU	ZU	ZSU	ZU+ZSU
R	-0,45**	-0,23ns	-0,17ns	0,01 ns	-0,67**	-0,14ns	-0,39**	-0,13ns	-0,25**
G	-0,46**	-0,12ns	-0,16ns	0,23ns	-0,58**	-0,02ns	-0,38**	0,00 ns	-0,17**
B	-0,20ns	-0,04ns	-0,12ns	-0,15ns	-0,44**	0,03ns	-0,20*	-0,02ns	-0,07ns
R + G	-0,46*	-0,16ns	-0,17ns	0,14ns	-0,63**	-0,07ns	-0,39**	-0,05ns	-0,21**
R + B	-0,36*	-0,42**	-0,16ns	-0,11ns	-0,61**	-0,20ns	-0,33ns	-0,23**	-0,19**
R + G + B	-0,41**	-0,24ns	-0,16ns	0,12ns	-0,61**	-0,08ns	-0,36**	-0,08ns	-0,19**
R - B	-0,43**	-0,11ns	-0,15ns	0,06ns	-0,56**	-0,10ns	-0,37**	-0,07ns	-0,23**
G/R	0,13ns	0,30*	0,11ns	0,50**	0,37**	0,48**	0,16ns	0,40**	0,24**
R/(R + G + B)	-0,29*	-0,18ns	-0,11ns	-0,13ns	-0,47**	-0,23ns	-0,27**	-0,19*	-0,25**
G/(R + G + B)	-0,19ns	0,03ns	0,03ns	0,34*	0,00 ns	0,06ns	-0,10ns	0,10ns	0,02ns
(R - B)/(R + B)	-0,16ns	-0,07ns	-0,08ns	0,09ns	-0,36*	-0,09ns	-0,14ns	-0,05ns	-0,07ns

** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste t.

* Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste t.

ns – não significativo.

comprimentos de onda há, consequentemente, uma maior reflectância, dessa forma são obtidos maiores valores de RGB, visto que eles são medidos baseados na reflectância da folha.

Em sua maioria, as correlações entre os componentes RGB e o teor de N foliar foram baixas e, em muitos casos, não significativas. As melhores correlações foram observadas para os clones PH16 e CCN51 na ZSU. Para o clone PS1319, independente da região climática, quase todas as correlações foram não significativas. Os componentes que obtiveram melhores correlações com os teores de N foram: R, G, R+G, R+B, R-B e R+G+B, mas apesar destes coeficientes de correlações serem significativos, os mesmos são considerados baixos, mostrando uma baixa capacidade preditiva do teor foliar de N em cacaueiros pelo método em questão.

O modelo de regressão selecionado para o relacionamento do teor de N pelos componentes RGB para os clones PH16 e CCN51 na ZU foi o linear. Ao analisar o intervalo de confiança do intercepto (β_0) e do coeficiente angular (β_1) dos modelos de cada componente, verificou-se sobreposição dos mesmos, indicando que podem ser expressos como um único modelo de acordo com o índice analisado. Os mesmos, porém, apesar de significativos, apresentam baixa capacidade preditiva, visto que os coeficientes de correlações são baixos (Figura 1A, 2A, 3A, 4A, 5A e 6A).

As Figuras 1B, 2B, 3B, 4B, 5B e 6B evidenciam que não houve relação ($\bar{Y} = 22,4$) entre o teor de N e os componentes RGB para todos os clones na ZSU e para o clone PS1319 na ZU ($H_0: \beta_0 = 0$, rejeitou-se H_0), ou seja, a análise da imagem digital não foi capaz de predizer teores de N foliar na situação apresentada.

Fatores como diferença de sombreamento das plantas e época de amostragem podem ser determinantes no resultado obtido. Em relação à diferença de sombreamento, um fator a ser observado é a correlação entre os índices RGB e as características morfológicas foliares, que podem mudar devido à variação da incidência de luz entre plantas, por serem cultivadas em um sistema agrossilvicultural, existindo algumas plantas muito sombreadas e outras cultivadas praticamente a pleno sol. A amostragem variou de janeiro a maio, ou seja, do início do verão a meados do outono, havendo diferença na incidência luminosa entre essas estações, e essa incidência pode ter tido influência no teor de N foliar (Santana; Igue, 1979) e de clorofila (Engel; Poggiani, 1991).

A diferença de precipitação entre as zonas também podem ter exercido influência no resultado (SEI, 2015). De acordo com estudos realizados por Souza et al. (2002) com lima ácida ‘Tahiti’ o estresse hídrico pode ter efeito na radiação interceptada e refletida pela planta, que é a base para obtenção dos

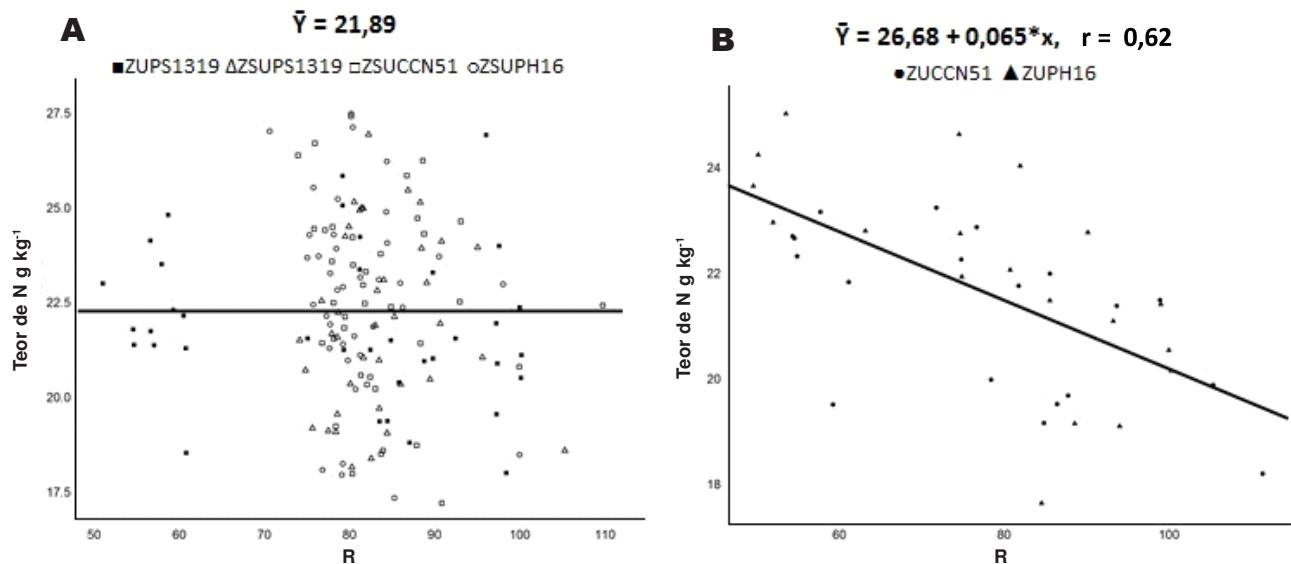


Figura 1 - Relação entre o componente R e o teor de N nas ZU, ZSU e entre clones. * Significativo a 5 % de probabilidade.

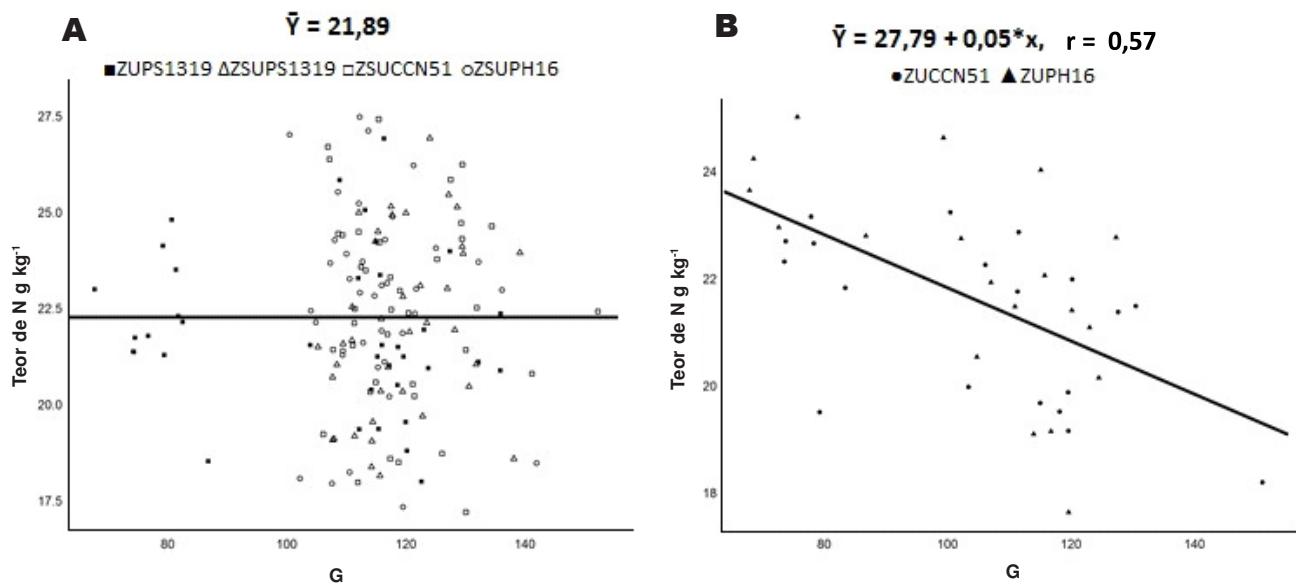


Figura 2 - Relação entre o componente G e o teor de N nas zonas úmida (ZU) e subúmida (ZSU), para os clones PH16, CCN51 e PS1319. * Significativo a 5 % de probabilidade.

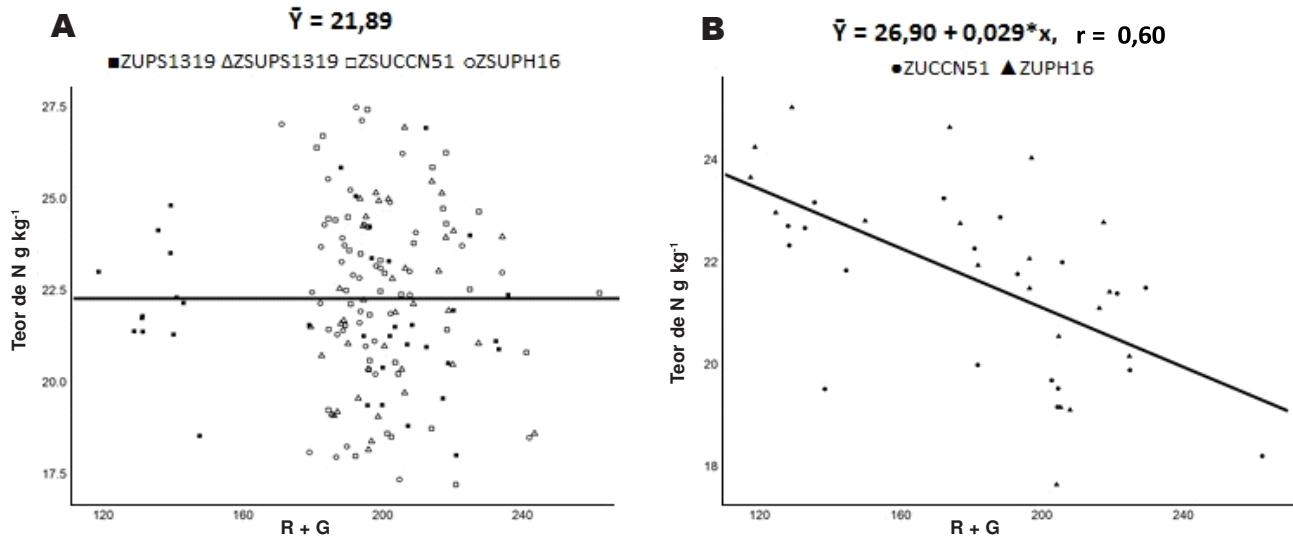


Figura 3 - Relação entre o componente R+G e o teor de N nas zonas úmida (ZU) e subúmida (ZSU), para os clones PH16, CCN51 e PS1319. * Significativo a 5 % de probabilidade.

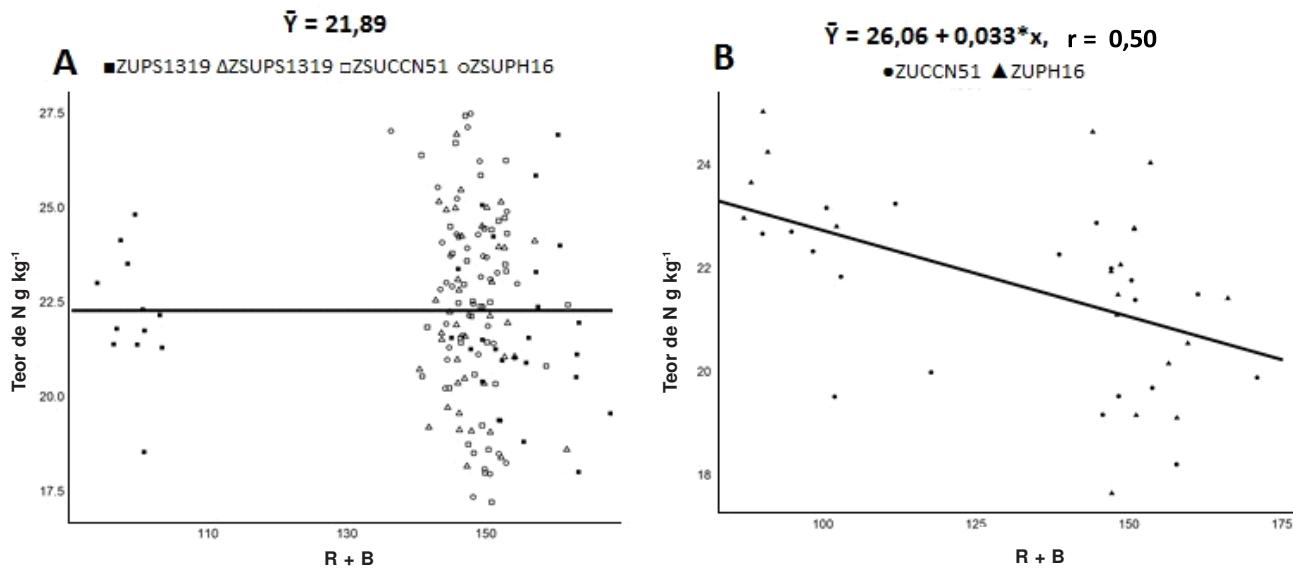


Figura 4 - Relação entre o componente R+B e o teor de N nas zonas úmida (ZU) e subúmida (ZSU), para os clones PH16, CCN51 e PS1319. * Significativo a 5 % de probabilidade.

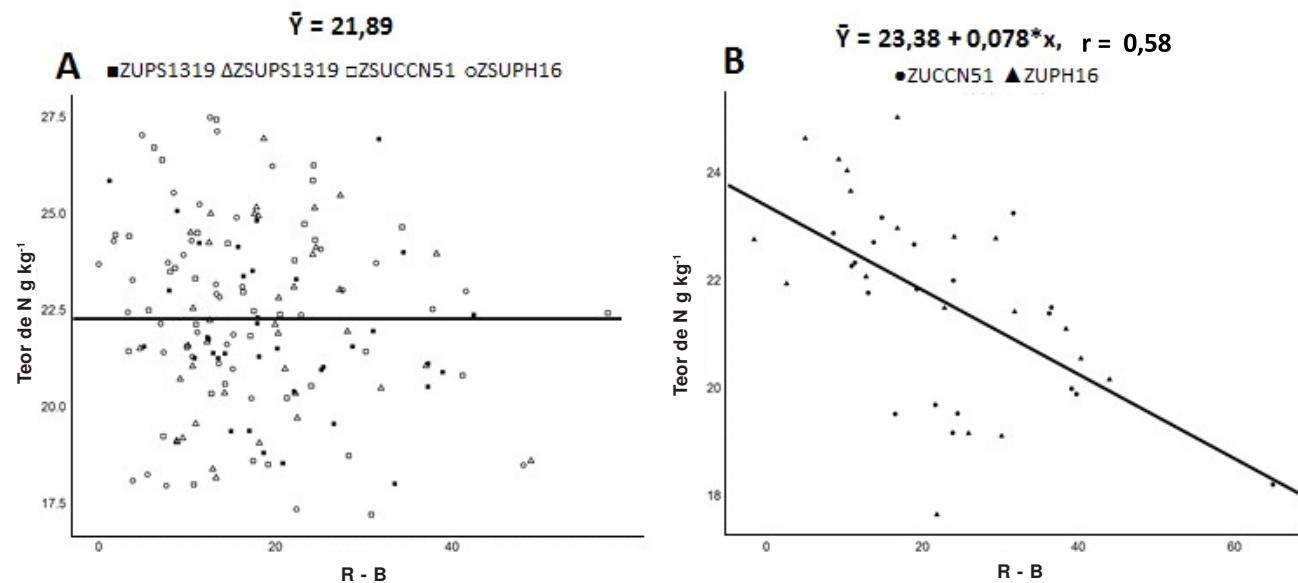


Figura 5 - Relação entre o componente R-B e o teor de N nas zonas úmida (ZU) e subúmida (ZSU), para os clones PH16, CCN51 e PS1319. * Significativo a 5 % de probabilidade.

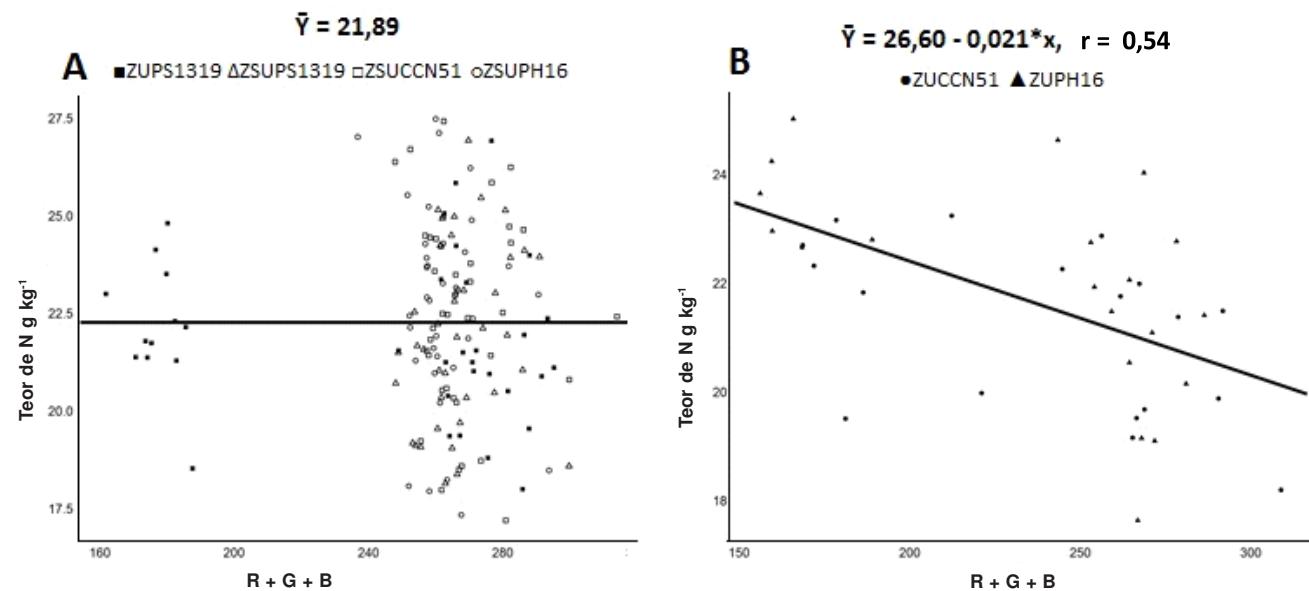


Figura 6 - Relação entre o componente R+G+B e o teor de N nas zonas úmida (ZU) e subúmida (ZSU), para os clones PH16, CCN51 e PS1319. * Significativo a 5 % de probabilidade.

índices RGB por imagem digital, nesse estudo o déficit hídrico reduziu a radiação interceptada, e aumentou a radiação refletida pelas árvores, mostrando que o fator umidade pode influenciar na utilização desse indicador do status de N na planta.

Contrariando o ocorrido neste trabalho, Vibhute e Bodhe (2013) concluíram que a análise da imagem digital pode ser útil para estimar exigências de N na produção de uvas em fase inicial, assim como eles, Lima et al. (2012) mostraram que os índices obtidos com a análise da imagem digital podem ser utilizados como ferramenta para auxiliar a recomendação da adubação nitrogenada para a cultura da grama-bermuda.

Tewari et al. (2013), ao desenvolver modelos de regressão entre vários recursos de imagem e teor de N em planta de arroz, verificaram que os valores previstos de N foram linearmente correlacionados com os índices da imagem (R^2 de até 0,95), mostrando que o teor de N pode ser estimado com sucesso usando a imagem digital.

Ao fazer a análise de regressão linear múltipla, incluindo a MFE, utilizada como indicativo da espessura da folha, pode-se observar que a mesma foi significativa para os modelos que tinham os componentes R, G e R+G, o que gerou aumento do coeficiente de correlação (Tabela 3). Contudo, este aumento foi discreto visto que passou de -0,62; -0,57 e 0,60 para -0,63; -0,59 e -0,62, respectivamente (Tabela 3), indicando que a inclusão da mesma no modelo, apesar de significativa, aumenta muito pouco a capacidade preditiva do modelo de regressão.

Tabela 3 - Equações de regressão linear múltipla, ajustadas para estimativa do teor de N foliar de cacaueiros, clones PH16, PS1319 e CCN51, em função dos componentes RGB e massa foliar específica (MFE), na zona úmida (ZU)

Variáveis	Equação de regressão	R
R	$\bar{Y} = 54,42 - 0,378^{**}R - 0,398^{**}MFE$	- 0,63
G	$\bar{Y} = 54,55 - 0,276^{**}G - 0,398^{**}MFE$	- 0,59
R + G	$\bar{Y} = 57,13 - 0,171^{**}R+G - 0,435^{**}MFE$	- 0,62

** Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.

* Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

Conclusões

- Nas condições deste estudo, não houve altas

correlações entre componentes RGB e o teor foliar de N em cacaueiro cultivados em sistemas agrossilvicultural no Sul da Bahia.

- As correlações obtidas entre os componentes RGB e os teores de N foram superiores na zona úmida, quando comparadas com a zona subúmida, principalmente para os clones PH16 e CCN51.

- O método da análise de imagem digital mostrou restrições para predizer o estado nutricional de N em cacaueiros.

Agradecimentos

A Fapesb pela bolsa concedida para realização desta pesquisa.

Literatura Citada

- AGUIAR, A. P. A.; SILVA, A. M. 2005. Calagem e adubação da pastagem. In: Simpósio de Forragicultura e Pastagens. Anais. Lavras, MG, UFLA. pp.177-246.
- BACKES, C. et al. 2010. Estado nutricional em nitrogênio da grama esmeralda avaliado por meio de teor foliar, clorofilômetro e imagem digital, em área adubada com lodo de esgoto. Bragantia (Brasil) 69(3):661-668.
- CUNHA, J. L. X. L. et al. 2010. Comparação de métodos de área foliar em *Chrysobalanus icaco* L. Agropecuária Ciência no Semiárido (Brasil) 6 (3): 22-27.
- ENGEL, V. L.; POGGIANI, F. 1991. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal (Brasil) 3(1):39-45.
- FELISBERTO, P. A. de C. et al. 2016. Índices de cor da folha para monitoramento nutricional de nitrogênio em plantas de pimentão. Científica (Brasil) 44(2):207-216.
- GODINHO, M. S. et al. 2008. Classificação de refrigerantes através de análise de imagens e

- análise de componentes principais (PCA). Química Nova (Brasil) 31(6):1485-1489.
- LIMA, C. P. et al. 2012. Uso de índices de reflectância das folhas para avaliar o nível de nitrogênio em grama-bermuda. Ciência Rural (Brasil) 42(9): 1568-1574.
- LOPES, S. B. et al. 2007. Estimativa da área foliar de meloeiro em estádios fenológicos por fotos digitais. Ciência Rural (Brasil) 37(4):1153-1156.
- LUCENA, R. R. M. et al. 2011. Medição de área foliar de aceroleira. Revista Caatinga (Brasil) 24 (2):40-45.
- MALAVOLTA, E. 2006. Manual de nutrição mineral de plantas. Piracicaba, SP, Editora Ceres. 631p.
- MANDARINO, E. P.; GOMES, A. R. S. 2009. Produtividade do cacaueiro (*Theobroma cacao* L.) cultivado em blocos monoclonais, no Sul da Bahia, Brasil. Ilhéus, BA, CEPLAC/CEPEC. Boletim Técnico n. 197. 132p.
- MERCADO-LUNA, A. et al. 2013. Nitrogen determination on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seedlings by color image analysis (RGB). African Journal of Biotechnology 9 (33):5326-5332.
- PORTE, J. S. et al. 2014. Índice SPAD e crescimento do tomateiro em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio. Scientia Plena (Brasil) 10(11):1-8.
- RICCARDI, M. et al. 2014. Non-destructive evaluation of chlorophyll content in quinoa and amaranth leaves by simple and multiple regression analysis of RGB image components. Photosynthesis Research 120(3):263-272.
- ROCHA, J. H. T. et al. 2013. Concentração de nutrientes e intensidade de cor verde em miniestacas de eucalipto. Bioscience Journal (Brasil) 29(6):1848-1856.
- ROSSATO, O. B. et al. 2012. Sensores de reflectância e fluorescência na avaliação de teores de nitrogênio, produção de biomassa e produtividade do algodoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira 47(8):1133-1141.
- SANT'ANA, E. V. P. et al. 2010. Adubação nitrogenada na produtividade, leitura SPAD e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Tropical (Brasil) 40(4):491-496.
- SANTANA, M. B. M.; IGUE, K. 1979. Composição química das folhas do cacaueiro em função da idade e da época do ano. Revista Theobroma (Brasil) 9(2):63-76.
- SANTOS, R. dos et al. 2016. Obtenção e avaliação de nutriente de nitrogênio em plantio de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L Moench). Revista Técnica Científica (Brasil) pp.1-9.
- SCHRODER, J. J. et al. 2000. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. Field Crops Research 66:151-164.
- SENA JÚNIOR, D. G. et al. 2007. Influência do solo na identificação de doses de nitrogênio em trigo utilizando classificadores multivariados com base em imagens digitais. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, 2007, Florianópolis. Anais. Florianópolis, SC, INPE. pp.385-392.
- SILVA, C. S. ed. 2009. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2º ed. Brasília, DF, EMBRAPA. 627p.
- SILVA, D. V. 2014. Métodos não destrutivos para estimativas de clorofilas como indicadores da qualidade de mudas de espécies florestais. Dissertação. Ilhéus, BA, UESC. 52p.
- SOUZA, M. J. H. de et al. 2002. Déficit hídrico e radiação interceptada e refletida pela limeira ácida "Tahiti". In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 12, 2002, Foz de Iguaçu. Anais. CD Rom.
- SOUZA JÚNIOR, J.O. et al. 2012. Diagnose foliar na cultura do cacau. In: Prado, R.M. ed. Diagnose de plantas: diagnose foliar em frutíferas. pp. 443-476.
- SUPERINTENDENCIA DE ESTUDOS ECONOMICOS E SOCIAIS DA BAHIA.- SEI. 2015. Informações geoambientais. Disponível em: http://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/cartogramas/pdf/carto_tip_clim.pdf Acessado em 10 de novembro de 2015.
- TEWARI, V. K. et al. 2013. Estimation of plant nitrogen content using digital image processing. CIGR Journal 15(2):78-86.

- VIBHUTE, A.; BODHE, K. 2013. Color image processing approach for nitrogen estimation of vineyard. International Journal of Agricultural Science and Research. 3(3):189-195.



DIVERSIFICAÇÃO DE ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS COMO ALTERNATIVA DE SUSTENTABILIDADE PARA O PEQUENO PRODUTOR RURAL

Caio Márcio Vasconcellos Cordeiro de Almeida¹, Calixto Rosa Neto², Antonio de Almeida Lima³, Thaiane Cristina de Souza⁴, Leonardo Ventura de Araújo²

¹CEPLAC/CEPEX-RO, Avenida Governador Jorge Teixeira, nº 86, Bairro Nova Porto Velho, 78.906-100, Porto Velho, Rondônia, Brasil. caio.almeida@agricultura.gov.br.

²Embrapa Rondônia, BR 364, km 5,5. 76.815-800, Porto Velho, Rondônia, Brasil.

³CEPLAC/CEPEX-RO/ESTEX-OP, BR 364, km 325, 78.950-000, Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil.

⁴ Universidade Federal de Rondônia-UNIR, Porto Velho, Rondônia, Brasil.

O trabalho teve como objetivo analisar a diversificação de atividades agropecuárias em uma propriedade de 9,68 ha, como alternativa sustentável de uso da terra para pequenos produtores rurais. Foi realizado no Sítio Nova Canaã, localizado no município de São Felipe do Oeste, Rondônia. Utilizou-se da aplicação de questionário e entrevista direta com o proprietário e sua esposa, como método de levantamento de informações, além de medição das áreas exploradas, com a contagem de plantas de cada intercultivo analisado. Em vinte e um anos de estabelecidos no Sítio o produtor rural e sua esposa constituíram uma unidade produtiva bastante diversificada com a implantação de três interculturivos: sistemas agroflorestais (SAF) com cacauzeiros, fruteiras e essências florestais; SAF com cafeeiros, fruteiras e essências florestais e sistema silvipastoril com essências florestais, pastagem e gado. Foram contabilizadas 60 espécies entre frutíferas e essências florestais, o que representa uma diversidade florística significativa, contemplando espécies com função econômica, social e ambiental. São geradas duas fontes de renda principais, representadas pelo cacau e o café, além de rendas complementares da exploração de fruteiras, mel, leite e derivados. Foram computadas as despesas realizadas, no período de 2010 a 2015, com mão-de-obra, insumos agrícolas, ferramentas, equipamentos e energia. Os resultados obtidos revelaram renda média bruta mensal de 3,4 salários mínimos, a preços de março de 2017, com destaque para o ano de 2014, que correspondeu a 4,4 salários mínimos mensais. É evidenciada a factibilidade de sustento socioeconômico e ambiental da unidade de produção familiar por meio da exploração diversificada e intensiva de área de tamanho reduzido.

Palavras-chave: sustento de uso da terra, sistemas agroflorestais, agricultura familiar, Rondônia, Amazônia.

Diversification of agricultural activities as a sustainability alternative for the small farmer. The assignment had as objective to analyze the agricultural and livestock activities in a 9,68 ha property, as a sustainable alternative to soil use for small farmers. This was performed at the Nova Canaã Farm, located at the São Felipe do Oeste municipality, Rondônia, Brazil. The application of questionnaires and direct interviews with the rural owner and his wife were utilized as an information gathering method, in addition to measuring the cultivated areas, with the plant count of each analyzed interculture. During twenty-one years of the well established farming, the farmer and his wife constituted a very diversified productive unit with the implementation of three intercultures: agroforestry systems (SAF) with cacao trees, fruit trees and forest essences; SAF with coffee, fruit trees and forest essences; and silvopastoral system with forest essences, pasture and livestock. Sixty species were counted among fruit trees and forest essences, representing a significant floristic diversity, including species with economic, social and environmental functions. Two main sources of income are generated, represented by cocoa and coffee, as well as complementary incomes from the exploitation of fruit trees, honey, milk and dairy products. Expenditure incurred in the period from 2010 to 2015 was computed with labor, agricultural inputs, tools, equipment and energy. The results showed a monthly average gross income of 3.4 minimum wages, at March 2017 prices, especially in 2014, which corresponded to 4.4 minimum monthly wages. It is evidenced the feasibility of socioeconomic and environmental sustenance of the family production unit through the diversified and intensive exploration of small size area.

Key words: land use support, agroforestry systems, family farming, Rondonia, Amazon

Introdução

A expressão desenvolvimento sustentável foi proposta na conferência internacional sobre meio ambiente – ECO-92, em 1992, para se referir ao crescimento econômico e social com preservação do meio ambiente, enquanto sustentabilidade para ações e atividades humanas que visam suprir as necessidades atuais dos seres humanos, sem comprometer o futuro das próximas gerações (Agenda 21, 2016). No âmbito do meio rural, isto significa que se o produtor não fizer a utilização adequada dos recursos naturais disponíveis em sua propriedade à sobrevivência das gerações futuras estará comprometida. Entretanto, observa-se que quando o produtor não faz uso de boas práticas agrícolas ele próprio encontra sérias dificuldades para permanecer no meio rural com sua família nos anos vindouros, advindo, então, as migrações para outras zonas agrícolas ou para os centros urbanos em busca de melhores condições de vida, medidas essas nem sempre coroadas de êxitos.

No final dos anos 1990, estudiosos da Amazônia passaram a utilizar a expressão “arco do desmatamento” para se referir à extensa área onde se encontram os maiores índices de desmatamento da Amazônia brasileira (Krug, 2001; IBGE, 2005; Fearnside, 2010), em torno de 75%, e onde são evidentes os sinais de degradação ambiental, tais como: alterações no solo, mudanças climáticas e perda de biodiversidade. Nessa área foi concentrada a maior parte das políticas de desenvolvimento e de ocupação do território adotadas pelos militares, impulsionando a expansão gradual da fronteira agropecuária à medida que as grandes rodovias foram abertas, a partir dos anos 1960. São 500 mil km² de terras, que compreendem o oeste e noroeste do Maranhão; o leste, sul e parte do oeste do Pará; oeste e norte do Tocantins; leste, centro-oeste e norte do Mato Grosso, todo o Estado de Rondônia e do Acre e sul do Amazonas. Essa região tem a forma de arco, facilmente visualizável em imagens de satélite (O “arco do desmatamento”, 2016), e abrange 256 municípios, dentre os quais algumas dezenas com serviços de assistência técnica realizada pelo Departamento da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira – CEPLAC, órgão vinculado ao MAPA, responsável pelo desenvolvimento rural sustentável das regiões produtoras de cacau do Brasil.

Esse extenso território do “arco do desmatamento” permeia grandes propriedades com exploração da pecuária bovina extensiva e da agricultura mecanizada da soja, algodão, milho e arroz, como também áreas de reforma agrária em que pequenos produtores rurais se defrontam com os desafios de utilização de sistemas produtivos de uso da terra na Amazônia que lhes assegurem crescimento econômico e também benefícios socioambientais, possibilitando sua permanência no campo com qualidade de vida, evitando, assim, a migração interna.

Este estudo de caso teve por objetivo analisar a diversificação de atividades agropecuárias em pequena propriedade rural de projeto de colonização em área de reforma agrária, como alternativa sustentável de uso da terra para pequenos produtores, haja vista a carência de informações dessa natureza no estado de Rondônia.

Referencial teórico

Numa interpretação equivocada de agricultura na Amazônia, Rondônia representou no passado a terra do mito, a crença pueril de que o simples acesso à posse da terra garantiria um futuro de progresso para os agricultores (Miranda, 1987). Questões sobre: como tornar viável e se possível rentável a pequena propriedade rural nas condições sócio-econômicas e agroecológicas de Rondônia ou como promover o desenvolvimento sustentável da unidade produtiva e melhorar a qualidade de vida do homem no meio rural são temas atuais de debates na sociedade civil organizada. Quais as razões que tornam os sistemas agroflorestais (SAF) em atividade de sucesso, em termos agro-econômicos, para alguns e em fracasso para outros? Porque um pequeno produtor rural torna-se empresário agrícola de sucesso e seu vizinho, também pequeno produtor, não tem êxito? Tais perguntas requerem análise mais apurada por parte de especialistas envolvidos nesse segmento do agronegócio em Rondônia.

Um dos poucos estudos sobre rentabilidade em pequena propriedade rural foi realizado na região de Ouro Preto do Oeste, Rondônia (Freitas, 2004). Comparou-se o modelo tradicional de ocupação e exploração do solo naquela região, representado pela pecuária leiteira e/ou o cultivo do café, com o modelo de diversificação de atividades agrícolas adotado

pelos membros da Associação dos Produtores Alternativos - APA, o qual consiste, predominantemente, em pecuária leiteira, cultivo de café e fruteiras consorciadas (açaizeiro, araçazeiro, cupuaçzeiro e pupunheira). Foi evidenciado que a diversificação de atividades agrícolas propiciou uma rentabilidade ha^{-1} superior em 22,6% àquela do modelo tradicional. Ademais, observaram-se, entre os produtores alternativos, menor nível de migração e recuperação de mais de 50% das áreas degradadas na propriedade, por meio dos SAF.

A carência de informações sobre viabilidade econômica de SAF com cacaueiros e essências florestais motivou esta pesquisa em Ouro Preto do Oeste, Rondônia (Almeida et al., 2010). Foram computadas todas as despesas do período de 1996 a 2008. Foi revelado que de 1997 a 2005 o valor presente líquido apresentou valores positivos, o que indica que o sistema de produção foi rentável. Sua melhor performance ocorreu de 2002 a 2004, quando a produtividade do cacau foi superior a 1.200,0 kg de amêndoas secas ha^{-1} e a rentabilidade variou de 2,4 a 6,8 salários mínimos mensais, vigentes no período. Obteve-se uma taxa interna de retorno de 21%, o que evidencia a remuneração do capital investido pelo produtor rural e a rentabilidade da atividade cacaueira. A razão benefício / custo revelou que para cada unidade monetária investida o produtor rural teve retorno de 1,16.

Noutra pesquisa em Rondônia, realizada no Projeto de Reflorestamento Econômico Consorciado e Adensado - RECA, no distrito de Nova Califórnia, Porto Velho, compararam-se três modelos de intercultivos com cupuaçzeiro, pupunheira e castanheira-do-Brasil, de acordo com as densidades de plantas ha^{-1} e horizonte temporal de análise de 20 anos (Sá et al., 2000). Os indicadores de rentabilidade apresentaram valores positivos, o que indica a viabilidade econômica dos três modelos de SAF. A relação benefício-custo evidenciou que para cada R\$ 1,0 investido houve um retorno financeiro que variou R\$ 1,52 a R\$ 1,92, de acordo com o modelo adotado. A remuneração da mão de obra familiar foi superior ao custo de oportunidade da mão de obra para a região. No RECA, projeto referencial de reforma agrária na Amazônia, diferentes modelos de SAF com cupuaçzeiro, pupunheira e castanheira-do-Brasil, têm constituído o sustento com qualidade de vida de cerca de 300 famílias migrantes de outras regiões.

Material e Métodos

Este estudo de caso foi realizado em pequena propriedade rural denominada de Sítio Nova Canaã, localizada na linha Kapa 4, gleba 1, lote 178 ($11^{\circ}48'58,2''S$; $61^{\circ}30'4,5''W$), Projeto de Assentamento Marcos Freire, município de São Felipe do Oeste, Rondônia. Dista de 12 km da cidade sede a sudoeste, de 51 km de Rolim de Moura a noroeste, e de 64 km de Cacoal, direção nordeste, onde se encontra instalada estação meteorológica automática de superfície da Rede Estadual de Estações Meteorológicas de Rondônia – REMAR.

Essa região, como grande parte do Estado de Rondônia, caracteriza-se por apresentar clima do tipo Aw – Clima Tropical Chuvoso, de acordo com a classificação de Köppen, com média anual da temperatura do ar variando de $24^{\circ}C$ a $26^{\circ}C$ e um período seco bem definido, quando ocorre um moderado déficit hídrico com índices pluviométricos inferiores a 50 mm mês^{-1} , geralmente nos meses de junho, julho e agosto, podendo, entretanto, ocorrer antecipação e prorrogação desse período. A precipitação pluviométrica anual varia de 1400 mm a 2600 mm (Boletim, 2012).

Utilizou-se da aplicação de questionário e entrevista direta com o proprietário e sua esposa, complementada pelo técnico da CEPLAC, que presta assistência técnica à propriedade em foco, como o método de levantamento de informações sobre os diferentes aspectos da propriedade rural e das tecnologias utilizadas no manejo dos SAFs, informações obtidas por ocasião de doze visitas realizadas em diferentes períodos de 2013, 2014, 2015 e 2016. Também, utilizou-se do Global Positioning System - GPS para determinar a localização da sede da propriedade e das áreas exploradas, além de coleta de amostras dos solos cultivados para análise química e de contagem de plantas para análise populacional de cada intercultivo analisado.

Por se tratar de um estudo de caso, ou seja, de abordagem específica de coletas e análises de dados de uma unidade produtiva individual, para um fenômeno amplo e complexo como a diversificação de atividades agropecuárias, os resultados apresentados a seguir devem ser vistos com a cautela devida ao processo amostral.

Resultados e Discussão

Processo de migração da família rural

O produtor rural, natural do Espírito Santo, migrou para o município de Presidente Médici, Rondônia, no ano de 1974, em pleno processo de colonização do Estado, acompanhando o pai e demais familiares. Até 1992 trabalhou em propriedades rurais de diferentes municípios do Estado na condição de diarista, assalariado, depois de meeiro, em atividades nos cultivos de café e lavoura branca (arroz, feijão, mandioca, milho), e em serviços gerais. Em 1992, já estabelecido no município de São Felipe do Oeste, Rondônia, adquiriu pequena propriedade rural de 7,26 ha. No ano seguinte, vendeu essa propriedade e adquiriu outra de 10,89 ha, nas proximidades, onde passou a explorar os cultivos de café e banana, e criação de gado. Em agosto de 1996 preferiu mudar de endereço, embora para propriedade menor no mesmo município, de 9,68 ha, em razão de melhor localização, maior suprimento de água e cultivos já implantados: pastagem e café, onde se estabeleceu com a família, constituída de esposa e de dois filhos pequenos. Nessa trajetória do produtor rural ficam evidentes as dificuldades para sua permanência no meio rural em razão das limitações corriqueiras existentes no processo de reforma agrária do país, tais como: precária infraestrutura viária nos projetos de reforma agrária, assentamentos em solos de baixa fertilidade natural, ausência de estímulo à organização social, ação predatória dos intermediários na aquisição dos produtos agrícolas, inoperância dos mecanismos de apoio ao produtor rural, entre outros. Observa-se que nessas circunstâncias, a migração do pequeno produtor rural e sua família, em busca de melhores condições de vida no interior do Estado, torna-se inevitável.

Implantação e manejo das atividades agropecuárias

Originalmente, essa propriedade de 9,68 ha era ocupada com 3,2 ha de pastagem, 3,0 ha de cafeiro (*Coffea canephora*), cultivar Conilon, 3,0 ha de capoeira fina, 0,24 ha de mata ciliar e 0,24 ha com infraestrutura básica de apoio (residência, depósito, terreiro para secagem de café, carreadores e áreas de circulação). É margeada a leste pelo rio Arara, onde

se encontra mata ciliar em processo de regeneração. O rio Arara é afluente do rio São Pedro, pertencente à bacia hidrográfica do rio Ji-Paraná, o mais importante afluente do rio Madeira.

Em agosto de 1996 foram preparados os 3,0 ha de capoeira para implantação de cacau (Theobroma cacao L.) em intercultivo com outras espécies, em razão de facilidades de acesso ao crédito agrícola. Anteriormente ao plantio do cacau, mas logo após o preparo da área, cultivou milho, feijão e banana, com vistas à complementação da demanda alimentar e comercialização do excedente nas feiras e mercados, iniciativa fundamental no processo de estabelecimento e permanência da família no meio rural.

Em janeiro de 1997 implantou os 3,0 ha de cacau, no espaçamento de 4,0 m x 3,0 m, utilizando mudas formadas a partir de sementes de variedades híbridas produzidas na Estação Experimental Ouro Preto – ESTEX-OP, pertencente à CEPLAC. Para tanto, utilizou recursos financeiros disponibilizados pelo Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO), Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf D), para resarcimento em dez anos, dos quais três de carência. Para sombreamento definitivo plantou pupunheira, cajazinho e sobrasil nas entrelinhas do cultivo em formação, sem espaçamento definido. Também, plantou a espécie florestal teca, em renque periférico, motivado pelo valor de mercado de sua madeira. Houve também a regeneração espontânea de grande número de espécies vegetais, as quais foram mantidas seletivamente pelo produtor, por ocasião das roçagens. Em 2006, com recursos próprios, implantou mais 1,0 ha de cacau, também no espaçamento de 4,0 m x 3,0 m, utilizando mudas formadas a partir de sementes melhoradas produzidas na ESTEX-OP, após eliminar pastagem em processo de degradação, em área contígua aos cultivos de cacau e café. Nessa nova área foram implantadas espécies frutíferas e florestais, em diferentes épocas e espaçamento indefinido, utilizando as bordaduras da área e entrelinhas do cultivo em formação. As fruteiras foram as seguintes: abacateiro, abieiro, açaizeiro, bananeira, cajazinho, caramboleira, coqueiro (coco-da-baia), cupuaçuzeiro, figueira, gravoleira, ingazeira, jaboticabeira, jambeiro, jaqueira, jenipapeiro, laranjeira, lichia, limão-tahiti, mangueira, manga-rosa, maricota, pitombeira,

pupunheira e tamarindeiro, totalizando 306 plantas, com predominância (80,1%) de: pupunheira, gravioleira, bananeira, cajazinho, abacateiro, açaizeiro e laranjeira. As essências foram: aroeira, candiúba, cedro-rosa, cerejeira, espeteiro, farinha-seca, freijó-louro, gancheiro, goiabinha, guarantã, jatobá, leiteira, mamica-de-porca, molungu, paineira, pau d’alho, peroba, seringueira, sobrasil, teca e unha-de-vaca, totalizando 308 plantas, com predominância (67,2%) de: sobrasil, cedro-rosa, peroba, freijó-louro e farinha-seca. Desse universo de espécies frutíferas e florestais, que totaliza 614 plantas em intercultivo com o cacau, apenas 273 plantas contribuem efetivamente para o sombreamento definitivo dos 4,0 ha do cacau, sem constituírem, no entanto, sombreamento excessivo, devidas às estruturas difusas e reduzidas de suas copas.

Em diferentes anos, implantou as seguintes fruteiras nos 3,0 ha do cafezal já formado: açaizeiro, goiabeira, mamoeiro e pupunheira, e as seguintes essências: canelinha, gueroba, peroba e seringueira, também em espaçamento indefinido, conforme procedimento adotado na área de cacau. Tal iniciativa permitiu reunir 194 componentes vegetais em intercultivo com o cafeeiro, os quais não proporcionam sombreamento significativo para o cafezal. No ano de 1998, replantou 1,5 ha desse cafezal, também no espaçamento de 4,0 m x 3,0 m, utilizando material genético de café Conilon, proveniente da própria lavoura. Em maio de 2014 eliminou 1,0 ha do cafezal original e, em fevereiro de 2015, fez o replantio com café clonal, variedade BRS Ouro Preto, desenvolvida pela EMBRAPA Rondônia.

Na área remanescente de pastagem (2,2 ha) contígua à mata ciliar (0,24 ha), o produtor utilizou também a regeneração espontânea da vegetação para proporcionar sombreamento para sua pequena criação de gado e melhorar a produtividade por unidade de área. Levantamento recente evidenciou 523 componentes arbóreos e arbustivos resultantes da regeneração natural, reunindo as espécies: ipê, bandarra, angelim-amargoso, jamelão, jequitibá, buriti, amoreira e goiabinha, esta última a mais frequente, presente tanto na pastagem, como na mata ciliar.

A implantação das espécies frutíferas citadas nas áreas de café e cacau objetivou: i) complementação da demanda alimentar da família (bananeira, laranjeira, abacateiro, gravioleira, pupunheira, coqueiro, mangueira, jaqueira), em especial nos anos iniciais de

estabelecimento no Sítio; ii) facilidades de comercialização nas formas *in natura* e processadas, especialmente de polpas e iii) uso na medicina popular. O cultivo das essências florestais oriundas tanto do plantio em covas, como do manejo da regeneração natural da vegetação visou: i) benefícios financeiros pela produção de madeira para atender às demandas básicas da propriedade (construção, combustível) e pela sua valorização no mercado regional; ii) benefícios ambientais diversos (sombra e outros) e iii) uso na medicina popular. Ademais, ao implantar diversas espécies vegetais em intercultivo com o cacau e o café, o agricultor idealizou “fazer fartura” em seu Sítio, conforme declarou, como precaução a possíveis benefícios nos dias vindouros. Portanto, existiu um planejamento dessas atividades com a finalidade principal de sustento da família, tanto em curto prazo, como a médio e longo prazo. As espécies frutíferas e florestais dos interculturados são apresentadas, respectivamente, nos Quadros 1 e 2, com seus respectivos nomes comuns e científicos.

De modo geral, o manejo agronômico desses interculturados residiu em: i) cacau - roçagens periódicas, desbrota dos cacaueiros, poda, controle fitossanitário da vassoura-de-bruxa, controle de pragas nas áreas focos, colheita e beneficiamento de sementes; ii) cafezal - roçagens periódicas, desbrota dos cafeeiros, colheita e beneficiamento dos grãos;

Quadro 1 - Nomes comuns e científicos das espécies frutíferas presentes em interculturados com cacaueiros e cafeeiros no Sítio Nova Canaã, em São Felipe do Oeste, Rondônia. 2015

Nome comum	Nome científico
Abacateiro	<i>Persea americana</i> Mill.
Abieiro, abiu	<i>Pouteria caimito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.
Açaizeiro	<i>Euterpe oleracea</i> Mart.
Bananeira	<i>Musa</i> sp.
Cajazinho, taperebazeiro	<i>Spondias mombin</i> L.
Caramboleira	<i>Averrhoa carambola</i> L.
Coqueiro, coco-da-baía	<i>Cocos nucifera</i> L.
Cupuaçzeiro	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd ex Spreng) Schum
Figueira	<i>Ficus</i> sp.
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i> L.
Goiabinha	<i>Psidium</i> sp.
Gravioleira	<i>Annona muricata</i> L.
Ingazeira	<i>Inga</i> sp.

Quadro 2 - Nomes comuns e científicos das essências florestais presentes em intercultivos com cacaueiros e cafeeiros no Sítio Nova Canaã, em São Felipe do Oeste, Rondônia. 2015

Nome comum	Nome científico
Amoreira	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud
Angelim-amargoso	<i>Parkia gigantocarpa</i> Ducke
Arnica-brasileira	<i>Lychnophora ericoides</i>
Aroeira-verdadeiro	<i>Myracrodruon urundeuva</i> Allemão
Assa-peixe	<i>Vernonia polysphaera</i>
Bandarra	<i>Schizolobium amazonicum</i>
Buriti	<i>Mauritia flexuosa</i> L.
Candiúba	<i>Trema micrantha</i>
Canelinha	<i>Nectandra magapotamica</i>
Cedro-rosa	<i>Cedrela odorata</i> L.
Cerejeira	<i>Amburana acreana</i> Ducke (A.C.Sm.)
Espeteiro	<i>Casearia gossypiosperma</i>
Farinha-seca	<i>Parinari coriaceum</i> Benth.
Freijó-louro	<i>Cordia goeldiana</i> Huber
Gancheiro	<i>Peschiera fuchsiaefolia</i>
Guaiçara, pau-ripa	<i>Luetzelburgia auriculata</i>
Guarantã	<i>Esenbeckia leiocarpa</i>
Gueroba	<i>Syagrus oleracea</i>
Ipê	<i>Tabebuia</i> sp.
Jamelão	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels = <i>Eugenia cumini</i> (L.) Druce
Jatobá	<i>Hymenaea courbaril</i> L.
Jequitibá	<i>Cariniana</i> sp.
Leiteira	<i>Brosimum</i> sp.
Mamica-de-porca	<i>Zanthoxylum acreanum</i> (Krause) J.F. Macbr.
Molungu, eritrina	<i>Erythrina velutina</i>
Paineira	<i>Chorisia</i> sp.

iii) pastagem – roçagens periódicas, geralmente uma vez por ano, para eliminar ervas invasoras. As fertilizações químicas ocorreram de maneira irregular, conforme a seguir: i) cacaual - em 2010, aplicou 100 g de sulfato de amônio planta⁻¹, 130 g de superfosfato

simples planta⁻¹ e 60 g de cloreto de potássio planta⁻¹, em aproximadamente 0,8 ha; em 2013, aplicou 160 g de ureia planta⁻¹, 260 g de superfosfato triplo planta⁻¹ e 60 g de cloreto de potássio planta⁻¹, em 2,0 ha; ii) cafezal – em 2010 e 2011, aplicou 600 g de NPK planta⁻¹ (formulação 20-05-20 - dividida em três aplicações), em 0,12 ha (100 plantas); em 2012 e 2013, ampliou essa adubação para 1,0 ha, área essa substituída, posteriormente, por café clonal.

No ano de 2008, ao se capitalizar e a maioria das espécies frutíferas e florestais em intercultivos expressarem floração, ampliou a diversificação das atividades econômicas na propriedade com o estabelecimento da apicultura, com vistas à produção de mel, a partir da criação de abelhas africanizadas (*Apis mellifera*). Foram instaladas sete caixas, as chamadas colmeias, à beira de carreador na lavoura de cacau. Em 2012, essa atividade foi ampliada para dez caixas, porém, no ano seguinte, em razão de limitação de pasto apícola, com consequente enfraquecimento e revoada de enxames, retornou à exploração original das sete colmeias. Essa região, onde se localiza o município de São Felipe do Oeste, é considerada de grande potencial para a produção de mel em razão de clima favorável, com estações secas e úmidas bem definidas, e floradas nativas abundantes e diversificadas. No ano de 2010, o produtor filiou-se a Associação de Apicultores Chapada dos Parecis APIS, com sede em Rolim de Moura, onde participa de cursos e treinamentos e busca sempre respaldo técnico para essa atividade.

Produção e Produtividade

Na Tabela 1 são apresentadas as produções dos principais produtos explorados no Sítio Nova Canaã, no período de 2010 a 2015. Observa-se que a adubação de 0,8 ha de cacaueiros, em 2010, contribuiu apenas

Tabela 1 – Volume de produção dos principais produtos explorados no Sítio Nova Canaã, em São Felipe do Oeste, Rondônia, no período de 2010 a 2015

Produtos	Anos					
	2010	2011	2012	2013*	2014	2015
Cacau em amêndoas (kg)	2.000,0	2.200,0	2.000,0	1.902,0	3.127,0	1.856,5
Café em grãos (kg)	4.860,0	1.320,0	3.000,0	2.038,0	5.040,0	1.500,0
Leite (l)	3.600,0	3.600,0	1.800,0	408,0	2.854,0	3.700,0

Nota: *Na impossibilidade de resgate desta informação em 2013, estimou-se a produção destes produtos tendo por base a renda bruta anual dividida pelos preços médios praticados na região em 2012 e 2014

para acréscimo de produção de 10%, em 2011, enquanto a adubação de 2013 refletiu significativamente em 2014, com acréscimo superior a 50%, embora tenha se limitado a 2,0 ha, metade da área do cacaual. A queda brusca de produção em 2015 pode estar associada aos menores índices pluviométricos registrados no final de 2014, na estação meteorológica da REMAR, em Cacoal, além da ausência de fertilização química em 2014. Observa-se também que a melhor produtividade obtida de 782,0 kg de amêndoas secas de cacau ha^{-1} , em 2014, está muito aquém da esperada, de 1.200 kg ha^{-1} , reflexo das fertilizações irregulares e parciais, além de podas parciais e malconduzidas nos cacaueiros, evidenciada por copas malformadas e presença de palmas dominadoras, conhecidas como “palmas d’água” ou “palmas chupadeiras”, as quais pouco ou nada produzem, interferindo na eficiência fotossintética da planta. Isto significa que o produtor rural poderá obter níveis mais elevados de produtividade se investir mais no manejo agronômico do cultivo.

As variações de produção do cafezal parecem refletir a característica de bienalidade da cultura, com maiores expressões produtivas em 2010, 2012 e 2014, além das fertilizações irregulares e parciais. As fertilizações realizadas em 2012 e 2013, em 1,0 ha, acrescida da irrigação por aspersão, contribuíram significativamente para a expressão de maior produtividade em 2014, de 28 sacas ha^{-1} , superior à produtividade média de café no Brasil, que em 2014 foi de 23,3 sacas ha^{-1} (Consórcio, 2014). À semelhança do ocorrido com o cacau, a queda brusca em 2015 resultou também da ausência de fertilização em 2014, além da recente substituição de 1,0 ha do cafezal original pela nova variedade clonal BRS Ouro Preto.

A produção leiteira do Sítio, restrita a alguns animais, revela as limitações para esta atividade em pequena propriedade rural, atrelada à necessidade diária de manejo das matrizes leiteiras, incluindo, muitas vezes, a oferta de suplementação alimentar. De acordo com diagnóstico realizado pelo SEBRAE (2015), a produtividade média diária da pecuária leiteira em Rondônia é de 4,41 litros $vaca^{-1}$, enquanto a do município de São Felipe do Oeste de 4,84 litros $vaca^{-1}$. No caso da propriedade em foco, animais de melhor aptidão leiteira possibilitaram produtividade média diária de 8,7 litros $vaca^{-1}$, em 2015.

Análise socioeconômica

No período de análise dos dados, de 2010 a 2015, todas as atividades agropecuárias do Sítio Nova Canaã foram executadas pelo produtor rural e sua esposa, incluindo também o processamento das frutas, o manejo do apiário e a ordenha das vacas. Isso quer dizer que a força de trabalho empregada é de natureza estritamente familiar.

De modo geral, semanalmente, dedica uma manhã de trabalho na entrega e comercialização dos produtos do Sítio na cidade de São Felipe do Oeste e no distrito de Querência, município de Primavera de Rondônia, utilizando motocicleta com reboque. Grande parte destina-se às entregas em escolas beneficiadas por programas dos governos estadual e federal, para aquisição de alimentos produzidos pela agricultura familiar. Se as escolas estiverem em pleno funcionamento as entregas podem acontecer duas vezes na semana. Pequena parte da produção, especialmente limão-tahiti e frutos de pupunha, é comercializada em sistema de meia com feirante que atua na feira livre da cidade de Pimenta Bueno. Como as entregas na cidade são feitas a partir das 7 h, há necessidade de preparação dos produtos no dia anterior.

Ao analisar as atividades diárias do produtor rural e de sua esposa observou-se que dos 365 dias de 2015, 240 dias foram dedicados efetivamente às atividades de labor do Sítio, o que representa um desempenho muito bom, e os demais dias a atividades diversas, como: ida à cidade para fazer compras e resolver assuntos familiares, feriados e dias santificados, paralisação por chuvas, ida à cidade para conserto de equipamentos e máquinas, tratamento de saúde, visita a familiares noutras cidades, dentre outras. Atualmente, ao se planejar atividades agropecuárias para as condições ecológicas de Rondônia, consideram-se 200 dias úteis no ano agrícola. O produtor declarou gozar de boa saúde. Ademais, essa família rural é beneficiada por viver em região salubre e menos inóspita em relação às condições passadas, com baixos níveis de doenças tropicais comuns em áreas de fronteira agrícola na Amazônia.

Assim, os 240 dias de trabalho foram dedicados aos tratos culturais dos intercultivos já mencionados, ao processamento das frutas e do mel, ao manejo do apiário, à ordenha das vacas e à comercialização dos

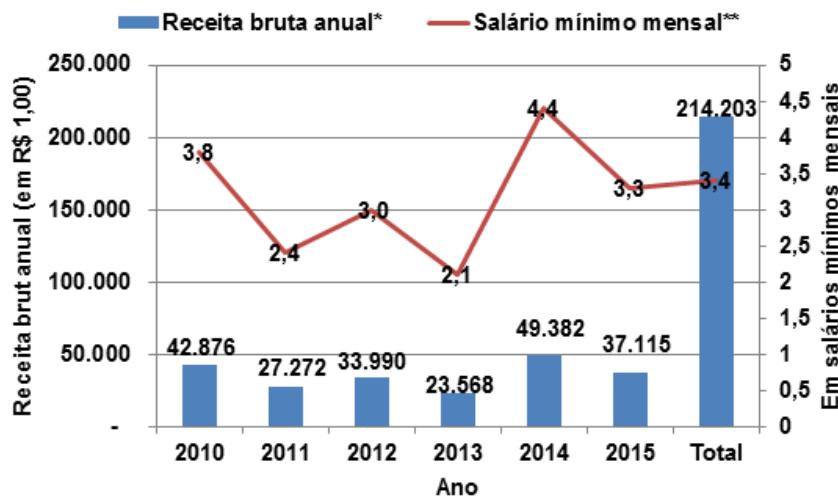
produtos. As jornadas de trabalho do produtor e de sua esposa constituem atividades bastante árduas, porém para esta família rural são de natureza prazerosa pelo retorno financeiro e qualidade de vida que desfruta. Em síntese, os 9,68 ha do Sítio em foco vêm gerando dois postos de trabalho permanentes, com remuneração suficiente para manter o produtor, sua esposa e eventuais auxílios a um dos filhos residente na cidade de Cacoal, onde trabalha.

Em vinte e um anos de estabelecimento no Sítio Nova Canaã o produtor rural e sua esposa conseguiram implantar uma unidade produtiva que lhes assegura a diversificação das atividades econômicas por meio de duas fontes de renda principais, representadas pelo cacau e o café, as quais totalizaram anualmente de 81,8% (2010) a 63,8% (2015) dos recursos, além de fontes de renda complementares advindas da exploração das fruteiras (frutas *in natura* e processadas), mel e leite e derivados (Tabela 3). A renda propiciada pela exploração das fruteiras (frutas *in natura* e processadas) cresceu gradativamente, à medida que as plantas foram alcançando sua maturidade fisiológica, iniciando com participação irrigária de 2,1%, em 2010, até chegar ao patamar de 17,3%, em 2015, com expectativa de maior participação nos anos vindouros. Houve redução da renda do leite em 2012 e 2013, decorrente do descarte de matrizes, em 2012, as quais foram substituídas por bezerras de maior aptidão leiteira, em 2013, porém mais exigentes no manejo, requerendo alimentação complementar preparada diariamente. Esse fato exigiu do produtor maior dedicação à atividade leiteira, em detrimento de outras atividades produtivas, o que o levou a optar pelo descarte desses animais em 2014, após ciclo de gestação e valorização pela elevada média de produção de leite para os padrões da região. Isto permitiu ao produtor adquirir outros animais de boa aptidão leiteira, ainda em 2014, porém menos exigentes no manejo e que mantém média de produção de leite muito

superior à média da região, mesmo sendo tratados livremente à pleno pasto. Em 2015, com a fabricação de queijos e o aumento significativo na participação deste item na renda anual, ficou evidente a inviabilidade de utilização de animais mais especializados para exploração leiteira intensiva em pequenas propriedades rurais, quando se busca também maior diversificação de atividades produtivas, a menos que haja maior disponibilidade de mão de obra na propriedade, com pessoas dedicadas exclusivamente à produção de leite e sua agroindustrialização.

Essa diversificação de atividades na propriedade minimiza os riscos de frustração de renda por eventos climáticos adversos ou por condições de mercado desfavoráveis, além de aperfeiçoar e intensificar o uso da terra. No período de seis anos (2010 a 2015) o Sítio em foco auferiu renda média bruta mensal de 3,4 salários mínimos (Valor do salário mínimo de 2017 = R\$ 937,00), com destaque para o ano de 2014, em que a renda bruta anual alcançou a cifra de R\$ 49.382,00, a preços de março de 2017, correspondendo a 4,4 salários mínimos mensais (Figura 1).

De acordo com Fuentes, Souza e Pinare (1987), em estudos realizados com pequenos agricultores do Brasil, renda de dois salários mínimos já é um sinal de prosperidade. Mais recentemente, estudo realizado por Alves e Rocha (2010), com base em análise dos dados



Notas: * - Valores corrigidos pelo IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas a preços de março/2017. ** - Salário mínimo de 2017 = R\$ 937,00.

Figura 1 - Receita bruta anual do Sítio Nova Canaã, em São Felipe do Oeste, Rondônia, no período de 2010 a 2015.

do Censo Agropecuário 2006, identificou que 975.974 estabelecimentos rurais (18,86% do total) produziram entre dois e dez salários mínimos mensais (exclusive) – salário da época do censo – e geraram 11,08% de valor da produção. Para os autores, esses estabelecimentos são candidatos às políticas específicas, que se assentam na hipótese de que há soluções, na agricultura, para o problema da renda, tais como crédito rural, extensão rural, associativismo e cooperativismo, compra pelo governo do excedente, dentre outras. Esse é o caso da propriedade objeto deste trabalho.

Nos seis anos de análise de dados, de 2010 a 2015, a renda proporcionada pelo Sítio Nova Canaã possibilitou à família do produtor rural, vários benefícios, dentre eles: i) dedicar-se única e exclusivamente as atividades produtivas do Sítio, sem necessidade de desenvolver serviços extra-Sítio para complementação de renda; ii) ter acesso a determinados bens de consumo, tais como geladeira, televisão, aparelho de som, motocicleta com reboque, forno elétrico, máquina de lavar-roupa; iii) possibilitar tratamento dentário à família; iv) dispor de alimentação mais farta e diversificada, especialmente pela produção de legumes, folhosas, leite, queijo, mel e criação de

suínos no Sítio; v) estabelecer pequena unidade de processamento de frutas composta de despolpadeira industrial (1), espremedor de laranjas (1), prensa para fabricação de queijos (1), selador de embalagens (1), freezer horizontal para armazenamento de polpas de frutas (3) e ralador de coco (1); vi) construir casa residencial de alvenaria no Sítio; vii) adquirir equipamentos agrícolas para favorecer o manejo agronômico, tais como: roçadeira motorizada, pulverizador costal motorizado e pulverizador costal manual e viii) fornecer complementação alimentar a um dos filhos residente na cidade. Por tudo isso, esta propriedade é frequentemente visitada por produtores rurais, técnicos e demais atores vinculados ao meio rural, como modelo de diversificação de atividades agropecuárias naquela região.

Os dados de distribuição mensal de comercialização dos produtos, registrados apenas no período de 2013 a 2015 (Tabela 2), revelaram que as atividades de exploração de frutas (*in natura* e processadas) e de cacau propiciaram um fluxo de caixa quase constante, presente em 91,7% e 80,6% dos 36 meses do período, respectivamente. Esse fato realça a importância dessas atividades em pequenas propriedades, pois possibilita uma geração de renda constante, o que facilita a

Tabela 2 – Distribuição mensal da renda bruta (R\$*) por produto, do Sítio Nova Canaã, em São Felipe do Oeste, Rondônia, no período de 2013 a 2015

Ano	Produto/mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total anual
2013	Cacau	398	-	-	1.943	1.683	2.815	2.003	655	-	-	844	936	11.277
	Café	-	-	-	-	-	-	5.313	-	-	-	-	-	5.313
	Frutas e legumes	233	1.161	1.531	1.025	297	-	59	39	79	138	61	-	4.623
	Madeira	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	780
	Mel	34	118	135	85	8	-	68	236	338	85	118	-	1.225
	Leite e derivados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	116	234	350
SUBTOTAL		665	2.059	1.666	3.053	1.988	2.815	7.443	930	417	223	1.139	1.170	23.568
2014	Cacau	609	604	724	654	10.112	2.672	1.910	330	0	568	1.060	-	19.243
	Café	-	-	-	-	-	20.084	-	-	-	-	-	-	20.084
	Frutas e legumes	112	1.207	1.264	682	568	405	123	28	0	246	828	454	5.917
	Mel	208	256	64	-	49	--	-	59	577	415	-	1.628	
	Leite e derivados	-	100	36	-	-	110	144	102	151	538	973	356	2.510
	SUBTOTAL	929	2.167	2.088	1.336	10.729	23.271	2.177	460	210	1.929	3.276	810	49.382
2015	Cacau	299	558	1.019	2.401	890	1.231	2.542	1.774	918	1.428	-	2.647	15.707
	Café	-	-	-	-	-	6.176	-	-	-	1.811	-	-	7.987
	Frutas e legumes	457	585	558	286	261	160	722	323	442	753	1.598	432	6.577
	Mel	-	-	-	-	-	-	-	-	703	97	340	1.730	2.870
	Leite e derivados	141	301	275	208	188	170	308	307	454	521	489	612	3.974
	SUBTOTAL	897	1.444	1.852	2.895	1.339	7.737	3.572	2.404	2.517	4.610	2.427	5.421	37.115

Nota: * Valores corrigidos pelo IGP-DI/FGV a preços de março de 2017

permanência da família no meio rural e, em decorrência, evita sua migração para os grandes centros urbanos. O café, embora tendo participação expressiva na renda da família, concentra sua colheita em maio e junho, quando há também colheita do cacau e de outras espécies frutíferas, o que resulta em sobrecarga de atividades para o produtor e sua esposa. Em 2015, quando a produção de leite se tornou regular na propriedade, foi possível agregar valor a essa matéria-prima, por meio da fabricação de queijos, o que permitiu um acréscimo na renda dessa origem da ordem de 78,6%, evidenciado nos maiores valores obtidos nos meses de agosto a dezembro (Tabela 2). De modo geral, observa-se uma concentração de renda de 55,5% apenas em três meses: maio, junho e julho, em grande parte (51,7%) advinda da produção do café.

Os menores fluxos de caixa foram observados nos meses de janeiro, agosto e setembro. Coincidemente, agosto e setembro são os meses em que há maior disponibilidade de pasto apícola em Rondônia. Entretanto, o tamanho limitado da propriedade em estudo impossibilita a expansão desta atividade em padrões tecnicamente apropriados, situação agravada também pela atuação de outros apicultores na região.

Tendo por base a distribuição da renda bruta anual por tipo de cultivo/produto (Tabela 3), calculou-se a renda bruta média anual por área de intercultivo explorada na propriedade objeto deste estudo (Tabela 4).

Verifica-se, com base na análise da Tabela 4, que a maior renda bruta foi auferida pelo intercultivo do café com fruteiras e essências florestais, seguida de perto pelo intercultivo do cacau, que equivaleu a cerca de 91,0% da renda anterior. A renda bruta média de ambas equivaleu a cerca de 1,8 vezes aquela da pastagem em intercultivo com essências florestais. Isto evidencia que a substituição desse sistema

Tabela 4 - Distribuição da renda bruta (em R\$ *) por hectare em intercultivo, do Sítio Nova Canaã, em São Felipe do Oeste, Rondônia, no período de 2010 a 2015

Área explorada	Produtos	R\$
Cacau em intercultivo com fruteiras e essências florestais (4,0 ha)	Cacau em amêndoas Frutas, legumes e madeira ¹ Mel ² Renda bruta ha	3.592,89 593,43 257,19 4.443,51
Café em intercultivo com fruteiras e essências florestais (3,0 ha)	Café Frutas, legumes e madeira ¹ Mel ² Renda bruta ha¹	4.123,83 593,43 257,19 4.974,45
Pastagem em intercultivo com essências florestais (2,2 ha)	Leite e derivados Mel ² Novilha Renda bruta ha	1.058,10 257,19 49,77 1.365,06

Notas: * Valores corrigidos pelo IGP-DI/FGV a preços de março de 2017;

¹ A produção de frutas, legumes e madeira decorreu dos 7,0 ha ocupados com intercultivos de cacau e café;

² A produção de mel decorreu dos 9,2 ha ocupados com intercultivos de cacau, café e pastagem.

Tabela 3 - Distribuição anual da renda bruta (em R\$ 1,00*) por produto, do Sítio Nova Canaã, no período de 2010 a 2015

Produto/ano	2010		2011		2012		2013		2014		2015		TOTAL
	R\$ 1,00	%	R\$	%									
Cacau	15.116	35,2	13.640	50,0	11.246	33,1	11.277	47,9	19.243	39,0	15.707	42,3	86.229
Café	19.963	46,6	6.333	23,2	14.549	42,8	5.313	22,5	20.084	40,1	7.987	21,5	74.229
Frutas in natura ¹	896	2,1	1.985	7,4	3.233	9,5	2.147	9,1	4.172	8,5	3.961	10,7	16.393
Frutas processadas ²	-	-	-	-	914	2,7	1.784	7,6	1.296	2,6	2.432	6,6	6.426
Legumes ³	-	-	-	-	-	-	692	2,9	449	0,9	184	0,5	1.325
Leite e derivados	2.958	6,9	2.657	9,7	1.518	4,5	350	1,5	2.510	5,1	3.974	10,7	13.967
Mel	3.286	7,7	2.657	9,7	2.530	7,4	1.225	5,2	1.628	3,3	2.870	7,7	14.197
Madeira	-	-	-	-	-	-	780	3,3	-	-	-	-	780

Notas:

* - Valores corrigidos pelo IGP-DI/FGV a preços de março de 2017;

¹ Abacate, banana, goiaba, graviola, laranja, limão, mamão, melancia, ponkan, pupunha;

² Polpa de frutas (graviola e goiaba) e/ou coco ralado;

³ Abóbora, batata-doce, chuchu, mandioca e palmito de pupunha.

silvipastoril pelo intercultivo do café ou do cacau com fruteiras e essências permitirá ao produtor rural a elevação da renda bruta anual de sua propriedade. Se optar pelo intercultivo do cacau suas atividades ficarão mais bem distribuídas durante o ano, assim como o fluxo de caixa. Salvo, se o produtor buscar maior agregação de valor ao sistema silvipastoril, aumentando, por exemplo, a produção de queijos e similares, mas, para tanto, é preciso aumentar a produção de leite, que, a partir de determinado volume, exigirá mais área para pastejo, além de maior disponibilidade de mão de obra na propriedade.

A renda líquida auferida pela propriedade também foi positiva no período de seis anos analisado, exceto em 2013, quando se mostrou negativa (Tabela 5). Outro aspecto a ser destacado é que a mão de obra familiar compõe as despesas brutas anuais, considerando o valor de um salário mínimo correspondente ao seu valor em cada ano analisado, corrigido pelo Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI) a preços de março de 2017, para o proprietário, e 0,7 salário mínimo para sua esposa, haja vista dedicar-se também às atividades domésticas.

Conforme os dados apresentados na Tabela 5, o lucro médio anual da propriedade, considerando os seis anos analisados, foi de R\$ 6.239,00, correspondendo a lucro médio mensal de R\$ 519,92. Para a determinação do lucro bruto anual considerou-se a renda bruta anual e os custos totais. Para o cálculo dos custos totais

tomou-se por base os custos variáveis, fixos e de remuneração dos fatores.

Entende-se por custo de produção a soma de todos os fatores (terra, trabalho e capital) utilizados no processo produtivo de certo bem. Conhecer o custo de produção é fundamental para que o produtor tome decisão de forma segura. Segundo a CONAB (2010), o custo total pode ser organizado da seguinte maneira:

A) custo variável: apresenta os desembolsos com mudas, fertilizantes, defensivos, mão de obra, operação com máquinas, dentre outras despesas. Normalmente os produtores rurais que tem um controle mínimo da gestão da sua propriedade fazem seus custos em cima apenas dessas despesas;

B) custo fixo: apresenta os custos com depreciação e manutenção;

C) custo operacional: são os gastos de toda a propriedade durante um ciclo de produção, constituído pelos custos fixos e custo variável;

D) custo total: soma dos custos operacionais e da remuneração dos fatores (terra e capital investido).

É importante ressaltar que a remuneração dos fatores terra e capital, também conhecidos como custos de oportunidade, são fundamentais no momento de planejamento da atividade pelo produtor pois ajuda o mesmo a decidir seus investimentos, se investe o dinheiro na atividade produtiva ou aplica o dinheiro a juros de banco (EMBRAPA, 2010).

Tabela 5 - Desempenho financeiro (em R\$ 1,00*) do Sítio Nova Canaã, em São Felipe do Oeste, Rondônia, no período de 2010 a 2015

Atividade/insumo	2010	2011	2012	2013	2014	2015
CUSTOS VARIÁVEIS	22.545	21.998	22.269	24.994	28.965	26.616
Mão de obra do produtor	18.519	17.780	19.323	19.482	19.714	20.676
Insumos	3.251	2.166	2.153	3.473	7.602	2.455
Energia elétrica	775	2.052	793	2.039	1.649	3.485
CUSTO FIXO	389	389	851	851	1.625	1.625
Depreciação Equipamentos	389	389	531	531	1.063	1.063
Depreciação Benfeitorias	-	-	320	320	562	562
REMUNERAÇÃO DOS FATORES	3.821	3.788	3.804	3.968	4.206	4.065
Remuneração do capital	1.353	1.320	1.336	1.500	1.738	1.597
Custo de Oportunidade da Terra	2.468	2.468	2.468	2.468	2.468	2.468
CUSTO TOTAL	26.755	26.175	26.924	29.813	34.796	32.306
RENDA BRUTA ANUAL	42.876	27.272	33.990	23.568	49.382	37.115
LUCRO BRUTO ANUAL	16.121	1.097	7.066	-6.245	14.586	4.809

Nota: * Valores corrigidos pelo IGP-DI/FGV a preços de março de 2017.

Análise Ambiental

A iniciativa do agricultor em “fazer fartura” no Sítio Nova Canaã possibilitou a formação dos conhecidos sistemas agroflorestais (SAF), definidos como formas de uso e manejo da terra de forma racional, nas quais árvores ou arbustos são utilizados em associação com cultivos agrícolas e criação de animais, numa mesma área, de maneira simultânea ou em uma sequência temporal (Dubois, 1996). Tais sistemas reúnem atributos de sustentabilidade da floresta heterogênea no que se refere à proteção dos solos tropicais, além de benefícios quanto à reciclagem de nutrientes, poder tampão do sombreamento frente a condições ecológicas adversas, aproveitamento racional dos fatores espaço e luz, dentre outros (Alvim, 1977; Alvim, 1989). Na verdade, foram constituídos três sistemas produtivos de intercultivos no Sítio: SAF com cacaueiros, fruteiras e essências florestais; SAF com cafeeiros, fruteiras e essências florestais e sistema silvipastoril com essências florestais, pastagem e gado.

Observa-se que ao intuir “fazer fartura” em seu Sítio, implantando diversas espécies vegetais, como precaução para os dias vindouros, o agricultor estabeleceu uma “poupança-verde”, que propicia, geralmente, um retorno financeiro acima da média (Moeda plantada, 2016), e possibilitou, posteriormente, a exploração da apicultura, haja vista ter implantado em intercultivos, embora desconhecendo, na época, o assunto “criação de abelhas”, espécies reconhecidamente melíferas, tais como: açaizeiro, aroeira, cajazinho, goiabeira, ingazeira, jaboticabeira, jatobá, laranjeira, limão-tahiti, mangueira, mulungu e tamarindeiro. Ademais, no processo de regeneração natural da vegetação da pastagem e da mata ciliar houve a expressão de espécies arbustivas melíferas que naturalmente apresentam farta floração, tais como: arnica, assa-peixe e goiabinha, as quais foram preservadas pelo produtor. Desta forma, a visão futurista do produtor em buscar benefícios ambientais possibilitou também mais uma fonte de renda, a apicultura, para sua sobrevivência e alimentação suplementar da família.

Nos três sistemas produtivos de intercultivos mencionados foram contabilizadas 60 espécies entre frutíferas e essências florestais, o que representa uma

diversidade florística significativa, contemplando espécies que podem ser classificadas de acordo com sua função e/ou utilização. Dentre estas, destacam-se aquelas com função econômica, tais como abieiro, angelim, bandarra, cedro-rosa, ipê, jatobá e jequitibá, entre as vinte espécies vegetais mais comercializadas em Rondônia, em razão da importância de seus principais produtos na pauta de exportação do Estado, conforme Autorizações de Exploração Florestal – AUTEX, emitidas pela SEDAM (Eugenio Pacelli, 2016 – comunicação pessoal¹). Acresce-se também a exótica teca, de origem asiática, que começa a ganhar espaço no cenário estadual, em razão da facilidade de cultivo, rusticidade, tronco retilíneo, rapidez de crescimento na região e resistência ao fogo, pragas e doenças, cuja madeira tem elevado valor no mercado mundial pelas suas excepcionais propriedades: beleza, durabilidade, secagem uniforme. Sua implantação em renques periféricos no Sítio Nova Canaã, facilitará a extração da madeira, futuramente, sem causar danos aos cacaueiros. Atualmente, Rondônia exporta peças de teca para China, Vietnã e Índia (Madeira, 2016), um canal de comercialização com grande potencial de crescimento. Existem também espécies com função social, pois permitem sua exploração de forma não predatória, não necessitando, portanto, da eliminação do indivíduo. As frutíferas fazem parte desse grupo, como também as melíferas. Ademais, essas últimas têm importância também na função ambiental, pois por produzirem grande quantidade de flores, constituem em abrigo e alimento alternativo para os inimigos naturais de pragas.

Nas visitas mais recentes ao agricultor e com a maturidade fisiológica das espécies vegetais em intercultivo, com definição de suas copas, observaram-se inúmeras melhorias para o agroecossistema do Sítio, tais como: i) maior equilíbrio térmico do ambiente, pelo poder tampão exercido pelas árvores, o que possibilita maior conforto para o agricultor e sua esposa na execução dos tratos culturais; ii) maior proteção do solo, diminuindo os riscos com erosão; iii) aumento da camada de serapilheira, o que deve contribuir para a riqueza de microrganismos no solo; iv) maior presença de pássaros no Sítio, auxiliando na regulação de insetos-praga e v) melhor controle de ervas daninhas.

¹Informação fornecida por PACELLI, E. Funcionário da Secretaria Estadual de Desenvolvimento Ambiental de Rondônia. Porto Velho, RO.

Ao se analisar o cumprimento da atual lei ambiental, observa-se que como o imóvel já se encontra inscrito no Cadastro Ambiental Rural – CAR, o próximo passo é o atendimento ao Programa de Regularização Ambiental – PRA, para definir ações que serão utilizadas na recuperação de áreas porventura alteradas e degradadas. O novo Código Florestal no Brasil, Lei n. 12.651/2012, Art. 61-A, § 1º, estabelece que “Para os imóveis rurais com área de até 1 (um) módulo fiscal que possuam áreas consolidadas em Áreas de Preservação Permanente ao longo de cursos d’água naturais, será obrigatória a recomposição das respectivas faixas marginais em 5 (cinco) metros, contados da borda da calha do leito regular, independentemente da largura do curso d’água”. O Sítio Nova Canaã, por compreender área de apenas 9,68 hectares, enquadra-se neste caso. Portanto, o produtor para atender às exigências desta lei, deverá assumir compromisso de recompor a mata ciliar ao longo da calha do rio Arara, considerando a faixa marginal de 5 metros. Outra questão diz respeito à Reserva Legal, prevista no art. 12, do referido Código Florestal, que estabelece em 80% do imóvel quando situado em área de floresta na Amazônia Legal. Entretanto, por se tratar de pequeno imóvel rural com ocupação antrópica preexistente a 22 de julho de 2008, data estabelecida no citado Código Florestal, com edificações, benfeitorias e atividades agrossilvipastoris, essa Reserva Legal poderá ser compensada por área cultivada em sistema intercalar ou consórcio com espécies nativas, que é o caso dos 7,0 ha estabelecidos no Sítio em sistemas agroflorestais com cacaueiros e cafeeiros, com grande diversidade de fruteiras e essências florestais. A complexidade do assunto exige análise mais abalizada de profissionais da área ambiental do Estado.

Considerações Finais

A utilização de sistemas agroflorestais em pequenas propriedades familiares pode se constituir em alternativa viável do ponto de vista socioambiental e econômico, por permitir a exploração sustentável da terra, propiciando trabalho e renda para o produtor e sua família, garantindo o seu sustento e gerando excedentes comercializáveis, possibilitando sua inserção no mercado e contribuindo para a mobilidade social da família.

Este estudo de caso, baseado na diversificação de atividades agropecuárias em pequena propriedade rural com pouco menos de 10,0 hectares, indica caminhos de exploração sustentável que podem ser seguidos por outros produtores, dada sua viabilidade econômica, além de promover a integração socioambiental na propriedade e proporcionar o bem-estar para a família rural.

O desafio que se impõe ao proprietário e seus familiares, dada a impossibilidade de expansão das atividades agrosilvipastoris na propriedade, pela limitação de espaço, é como aumentar a renda das demais atividades. Nesse contexto, ganha importância a implementação de inovações tecnológicas que permitam ganhos de produtividade, ou seja, que propiciem maior produção no mesmo espaço hoje utilizado. Para isso, é importante que o produtor tenha acesso a: serviços de assistência técnica regular e de qualidade, crédito rural de custeio e investimento e garantia de preços mínimos para sua produção.

Agradecimentos

Ao produtor rural Roberto Fernandes Sabino, proprietário da área analisada, pelas informações prestadas e por ter permitido a realização desta pesquisa. Ao Auditor Fiscal Federal Agropecuário Paulo Gil Gonçalves de Matos, da CEPLAC/SUERO, pela leitura crítica e sugestões.

Literatura Citada

AGENDA 21: O que é a Agenda 21, objetivos, Eco-92, informações sobre a Agenda 21, temas, Rio-92. 2016. Disponível em: <<http://www.suapesquisa.com/ecologiasaude/agenda21.htm>>. Acesso em: 5 maio 2016.

ALMEIDA, C. M. V. C. de et al. 2010. Sistema agroflorestal com cacaueiro e essências florestais na Fazenda Santa Cecília, Ouro Preto do Oeste, Rondônia, Brasil: abordagem econômica. Agrotrópica (Brasil) 22(1):23-28.

ALVES, E.; ROCHA, D. P. 2010. Ganhar tempo é possível? In: Gasques, J. G., Vieira Filho, J. E. R.; Navarro, Z. orgs. A agricultura brasileira:

- desempenho, desafio e perspectivas. Brasília, DF, IPEA. pp.275-290.
- ALVIM, P. de T. 1977. Cacao. In: Alvim, P. de T.; Kozlowski, T. T. eds. *Ecophysiology of cacao crops*. New York, Academic Press. pp.279-313.
- ALVIM, R. 1989. O cacauzeiro (*Theobroma cacao L.*) em sistemas agrossilviculturais. *Agrotrópica* (Brasil) 1(2):89-103.
- BOLETIM CLIMATOLÓGICO DE RONDÔNIA - Ano 2010. 2012. COGEO - SEDAM/ Coordenadoria de Geociências – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental, Porto Velho, RO, COGEO - SEDAM. 34p. v.12.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. 2010. Custos de produção agrícola: a metodologia da Conab. Brasília, DF, CONAB. 60p.
- CONSÓRCIO PESQUISA CAFÉ. INFORME ESTATÍSTICO DO CAFÉ. 2014. Disponível em: <<http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/consorcio/separador2/observatorio-do-cafe>>. Acesso em 24 de outubro de 2016.
- DUBOIS, J. C. L. 1996. Manual agroflorestal para a Amazônia. Rio de Janeiro, RJ, Instituto Rede Brasileira Agroflorestal (REBRAF). 228p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2010. Metodologia para avaliação de viabilidade econômica de tecnologias e práticas desenvolvidas pela Embrapa - Manual de Orientação. Lavoura Permanente (Brasil) s/n, vol. Único.
- FEARNSIDE, P. M. 2010. Consequências do desmatamento da Amazônia. *Scientific American Brasil Especial Biodiversidade*. pp.54-59.
- FREITAS, J. M. L. 2004. Estudo comparativo entre o modelo tradicional e o alternativo de exploração da pequena propriedade rural. Monografia. Porto Velho, RO, Universidade Federal de Rondônia. 31p.
- FUENTES, C. O. W.; SOUZA, R. A. de; PINARE, A. G. V. 1987. Pequenos agricultores IV: métodos de programação de sistemas rurais. Brasília, EMBRAPA-DDT/SUDENE-Projeto Sertanejo. EMBRAPA-CPATSA. Documentos, n.44. 111p.
- INFORME ESTATÍSTICO DO CAFÉ-Dezembro de 2014. Consórcio Pesquisa Café. Disponível em: <<http://www.consorciopesquisacafe.com.br/index.php/consorcio/separador2/observatorio-do-cafe>>. Acesso em: 24 out. 2016.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. 2005. Perfil dos municípios brasileiros: meio ambiente 2002. Rio de Janeiro, RJ, IBGE, Coordenação de Marketing/ Centro de Documentação e Disseminação de Informações.
- KRUG, T. 2001. O quadro do desflorestamento da Amazônia. In: MMA/SCA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/SECRETARIA DE COORDENAÇÃO DA AMAZÔNIA. Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia. Brasília, DF, MMA. pp. 91-98.
- MADEIRA DE FLORESTA PLANTADA É EXPORTADA PARA CHINA, VIETNÃ E ÍNDIA. Disponível em: <<http://www.rondoniagora.com/.../madeira-de-floresta-plantada-e-exportada-para-china-vietna-e-india.html>>. Acesso em: 20 jun. 2016.
- MIRANDA, E. E. de. 1987. Rondônia - a terra do mito e o mito da terra. Os colonos do Projeto Machadinho. Campinas, SP, EMBRAPA-CNPDA. 175p.
- MOEDA plantada. 2016. Porto Velho, SICOOB NORTE. SICOOB: Sócios & Negócios (Brasil) 9:12-17.
- O “ARCO DO DESMATAMENTO” NA AMAZÔNIA. Disponível em: <<http://midiaeamazonia.andi.org.br/texto-de-apoio/o-arco-do-desmatamento-na-amazonia>>. Acesso em: 5 maio 2016.
- SÁ, C. P. de et al. 2000. Análise financeira e institucional dos três principais sistemas agroflorestais adotados pelos produtores do RECA. Rio Branco, AC, EMBRAPA. Circular Técnica, n.33. 12p.
- SERVIÇO DE APOIO A MICRO E PEQUENAS EMPRESAS EM RONDÔNIA-SEBRAE. 2015. Diagnóstico do Agronegócio do Leite e Derivados do Estado de Rondônia. Porto Velho, RO. 336p.

DOIS NOVOS HOSPEDEIROS DE *Prillieuxina winteriana* (Ascomycota) DA FAMÍLIA ANNONACEAE

Armínio Santos^{1,2}, Raoni Andrade Pires², Avaldo de Oliveira Soares Filho³, Quelmo Silva Novais¹, Mateus Endringer Caliman⁴, José Luiz Bezerra^{4,5}

¹UESB -Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Fitotecnia e Zootecnia -Estrada do Bem Querer km 4, Caixa Postal 95, 45083-900, Vitória da Conquista - Bahia, Brasil. arminioo@uesb.edu.br; quelmo@uesb.edu.br; ²Bolsista Iniciação Científica CNPq/CAPES piresraoni@gmail.com; ³UESB/Departamento de Ciências Naturais. avaldoss@gmail.com; ⁴ UESC - Universidade Estadual de Santa Cruz Campus Soane Nazaré de Andrade - Rod. Jorge Amado, km 16 - Salobrinho, Ilhéus - BA, 45662-900. mateus_caliman@hotmail.com; ⁵UFRB /Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas - Centro, R. Rui Barbosa, 710, Cruz das Almas - BA, 44380-000; UFPE - Av. Prof. Moraes Rego, 1235 - Cidade Universitária, Recife - PE, 50670-90. jlulabezerra@hotmail.com.

Em um levantamento de fungos foliícolas na reserva Serra do Periperi, no município de Vitória da Conquista, Bahia, Brasil, foram coletadas folhas de *Annona coriacea* apresentando colônias negras de um fungo asterinoide o qual foi identificado como o morfo assexual de *Prillieuxina winteriana*. Esta combinação patógeno-hospedeiro é nova para a ciência, uma vez que este fungo ainda não foi relatado em *A. coriacea*. Durante a revisão da literatura foi encontrado um fungo descrito sobre *A. monticola*. Este fungo foi relatado como um possível gênero novo, porém sua descrição e ilustrações correspondem a *P. winteriana*. Portanto, *A. monticola* é também um novo hospedeiro de *P. winteriana*.

Palavras-chave: *Annona coriacea*, *Annona monticola*, taxonomia, morfologia, faixa de hospedeiros.

Two new hosts of *Prillieuxina winteriana* (Ascomycota) of the family Annonaceae.

In a survey of foliicolous fungi from Serra do Periperi Reserve in the municipality of Vitoria da Conquista, State of Bahia, Brazil, leaves of *Annona coriacea* were collected showing black colonies of an Asterinaceous fungus which was identified as *Prillieuxina winteriana*. This host-pathogen combination is new to science because this fungus has not been recorded on *A. coriacea*. During the literature review, a fungus described on *A. monticola* was found which was reported as a possible new genus but its description and illustrations correspond to *P. winteriana*. Therefore, *A. monticola* is also a new host to this fungus.

Key words: *Annona coriacea*, *Annona monticola*, taxonomy, morphology, host range.

Introdução

Durante o mês de fevereiro de 2017 observou-se no Parque Municipal da Serra do Periperi, em Vitória da Conquista, Estado da Bahia, Brasil, a incidência de um fungo epifítico em folhas de *Annona coriacea* Mart., conhecida localmente pelo nome comum de Araticum-de-Casca Lisa (Oliveira, 2011). Esta planta produz frutos grandes e bastante perfumados, utilizados na culinária para fabricação de licores, doces e sucos (Silva, 2007), além de ter aplicação na medicina popular para o tratamento de parasitas, úlceras e processos inflamatórios, bem como para reumatismo e como anti-helmíntico, tendo os óleos extraídos desta espécie atividade comprovada contra *Leishmania* e *Trypanosoma cruzi* (Siqueira et al., 2011).

O gênero *Prillieuxina* Arnaud, estabelecido por Arnaud (1918), tem sido relatado sobre diversas famílias de plantas hospedeiras, incluindo representantes da família Annonaceae. Este gênero apresenta colônias foliares escuras, hifas superficiais sem apressários e tirióticos radiados, circulares a ligeiramente alongados, abrindo-se por deiscência central em forma de estrela (Gautam, 2015; Hofmann, 2010; Hongsanan et al., 2014; Caliman, 2015). Seu morfo assexuado possui picnotírios superficiais, circulares, radiados, escuros, com deiscência central em forma de estrela e substitui frequentemente o morfo sexual (Hofmann, 2010). O uso de nomes separados para designar os morfos assexuais de ascomicetos e basidiomicetos pleomórficos não é mais permitido desde o Congresso Internacional de Melbourne em julho de 2011. Dessa forma, o nome *Leprieurina winteriana* G. Arnaud atribuído ao morfo assexual de *P. winteriana* (Pazschke) G. Arnaud deve ser evitado.

Existem 79 registro de *Prillieuxina* que incidem em 78 hospedeiros das mais diversas famílias botânicas (Index Fungorum, 2017), porém a espécie *P. winteriana* foi relatada apenas nas seguintes anonáceas: *Annona* sp. (Batista e Ciferri, 1959); *A. muricata* L. (Caliman, 2015); *A. montana* (Hofmann, 2010); *Annona glabra* L. (=*Annona palustris* L.) (Batista e Ciferri, 1959).

O objetivo deste estudo foi estudar dois espécimes Asterinaceae sobre *A. coriacea* e *A. monticola*.

Material e Métodos

Folhas infectadas de *A. coriacea* foram coletadas durante a estação seca de 2017, mais fria do ano, em um levantamento de fungos no Parque Municipal Serra do Periperi, no município de Vitória da Conquista, Bahia (14°49'52.87"S, 40°50'1.46"W).

Todas as amostras coletadas foram levadas ao Laboratório de Fitopatologia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, para análise. O diâmetro das colônias foi avaliado utilizando-se paquímetro digital. As colônias foram analisadas em microscópio estereoscópico de marca Zeiss, modelo Stemi 2000 - C e foram então retiradas por meio de técnicas de raspagem por adesão a esmalte para proceder análises micromorfológicas, conforme metodologia descrita por Gautam & Avasthi (2016). As lâminas foram montadas em reativo de Melzer + PVLG (Schenck & Perez, 1990) e levadas ao microscópio ótico marca Zeiss, modelo Axiostar Plus. A classificação morfológica foi realizada utilizando-se a chave dicotómica de Hofmann (2010). Foram medidos 30 picnotírios e 30 conídios. Utilizou-se um Ipad® Pro 9,7" com câmera digital de 12 megapixels, para obtenção das fotografias. Posteriormente os resultados foram comparados com os da literatura disponível sobre *P. winteriana*.

Resultados

O fungo estudado corresponde a *Prillieuxina winteriana*, e apresenta colônias anfígenas (Figura 1 A e B); micélio superficial, septado, sem apressários (Figura 1 D); hipostroma intraepidermal presente (Figura 1 E); picnotírios subcirculares, negros, radiados, 140 a 250 mm de diâmetro, abrindo-se por deiscência estelar (Figura 1 C); conídios ovoides, castanhos, lisos, 25–35 × 15–17,5, com um septo próximo à base (Figura 1 F).

Durante a revisão da literatura foi encontrado um fungo descrito sobre *A. monticola* Mart. o qual foi considerado pelo autor como um possível gênero novo de Coelomycetes. No entanto, a descrição e ilustrações do mesmo correspondem a *P. winteriana*, permitindo que esta planta seja também considerada um novo hospedeiro de *P. winteriana*.

Espécimes examinados:

BRASIL. BAHIA: Una, Fazenda Santo Antônio, 15°17'36" S; 39°04'31" W, em folhas de *Annona*

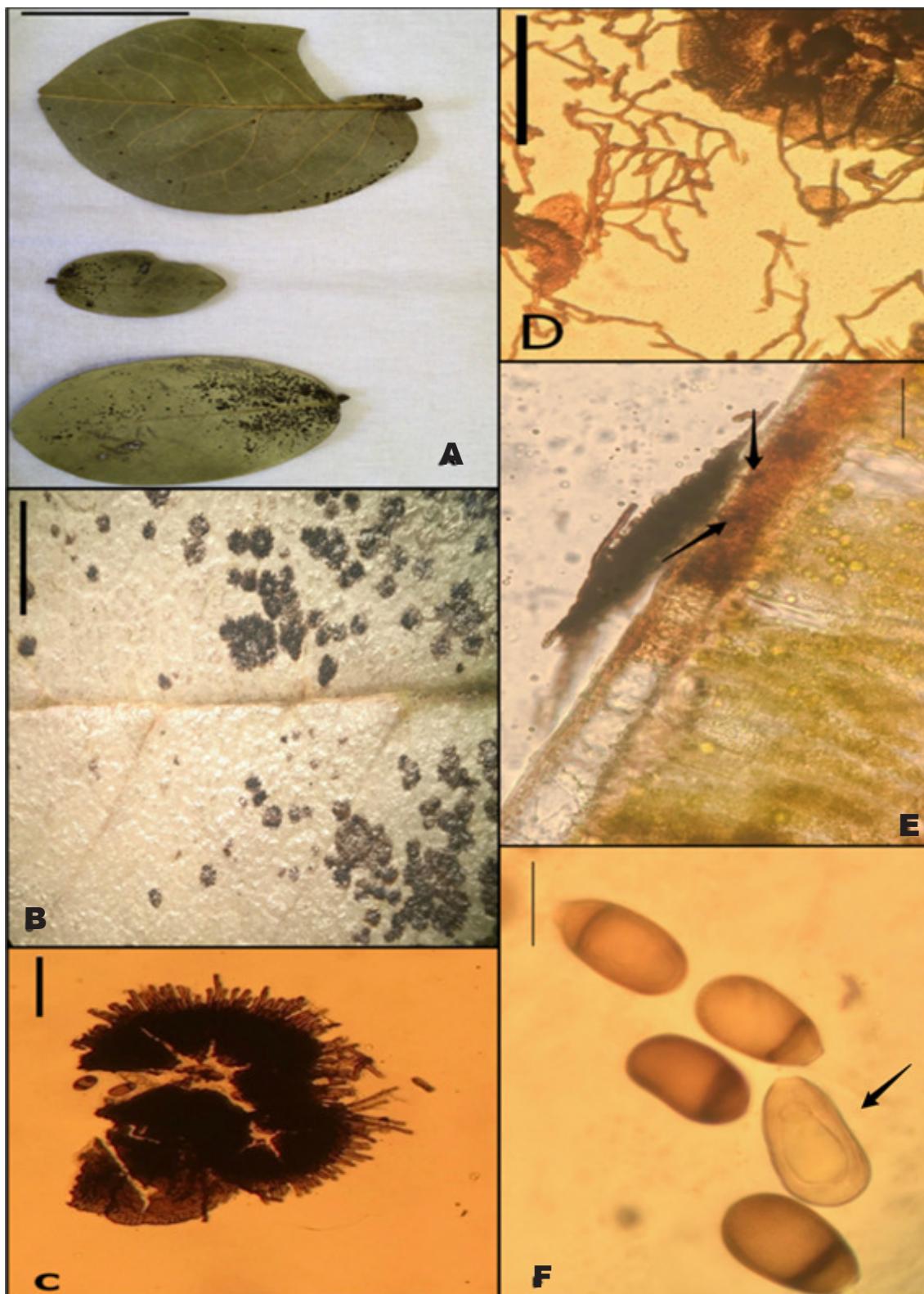


Figura 1. *Prillieuxina winteriana*. A. Colônias nas faces adaxial e abaxial das folhas. B. Detalhe das colônias. C. Picnotírio mostrando a deiscência estelar. D. Picnotírio e hifas ramificadas. E. Hipostroma intraepidermal (setas). F. Picnotriósporos maduros e imaturo (seta). Barras: A = 5cm; B = 5mm; C = 100 µm; D = 100 µm; E = 50 µm; F - 20 m.

muricata, 09/02/2015, M.E. Caliman, CEPEC 2460; Wenceslau Guimarães, 13°41'13" S; 39°28'46" W, em folhas de *Annona muricata*, 06/02/2015, M.E. Caliman, CEPEC 2462; Vitória da Conquista, 14°53.361' S; 40°48.031' W, em folhas de *Annona muricata*, 02/02/2015, M.E. Caliman, CEPEC 2459; Vitória da Conquista, em folhas de *Annona coriacea*, 29/09/2017, A. Santos, CEPEC 2496. PERNAMBUCO: Recife, Dois Irmãos, em folhas de *Annona palustris*, 10/02/1959, A.C. Batista e I. A. Lima, URM 15613; PERNAMBUCO: Chá de Capoeira, Paudalho, em folhas de *Annona* sp., 22/06/1959, A.C. Batista e H.S. Maia, URM 16076. AMAZONAS: Manaus, Reserva Ducke, em folhas de *Annona* sp., 11/11/1962, A.C. Batista e A.A.S. Silva, URM 30297.

Os dados morfodimensionais das descrições de *P. winteriana* em diferentes espécies de Annonaceae apresentam uniformidade suficiente para considerá-los pertencentes à mesma espécie, conforme se vê na Tabela 1.

Conclusão

Annona coriacea e *A. monticola* são novos registros de hospedeiros para *P. winteriana*.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa IC a Raoni Andrade Pires e da bolsa PQ a José Luiz Bezerra; à Capes pela bolsa de mestrado concedida a Raoni Andrade Pires; à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), pela permissão do uso do Laboratório de Fitopatologia; à Secretaria do Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Vitória da Conquista, pela permissão em proceder as coletas; os funcionários do Parque Municipal da Serra do Periperi, pelo apoio operacional; ao Herbario CEPEC-Fungi, da CEPLAC, pelo depósito dos espécimes estudados.

Literatura Citada

- ARNAUD G. 1918. Lés Asterinées. Annals d'École National d' Agriculture de Montpellier 2 (16):1-288.
- BATISTA, A. C.; CIFERRI, R. 1959. Sistemática dos fungos imperfeitos de picnotstromas com himênio invertido (Peltasterales). Mycopathologia et Mycologia Applicata 11 (1-2):1-102.
- CALIMAN, M. E. 2015. Aspectos ecológicos e taxonômicos de *Prillieuxina winteriana* (Asterinaceae) e sua interação com *Annona muricata*. Dissertação Mestrado. Ilhéus, BA, UESC. 49p.
- INDEX FUNGORUM. 2017. CABI Bioscience databases. Disponível em: <http://www.indexfungorum.org/Names/Names.asp>. Acesso em 11 de Abril 2017.
- GAUTAM, A. K. 2015. *Prillieuxina aeglicola* sp. nov.(ascomycota), a new black mildew fungus from Himachal Pradesh, India. Current Research in Environmental & Applied Mycology 5 (1):70-73.
- GAUTAM, A. K.; AVASTHI, S. 2016. *Prillieuxina citricola* sp. nov. from Himachal Pradesh, India. Current Research in Environmental & Applied Mycology 6 (4):288-292.
- HOFMANN, T. A. 2010. Plant parasitic Asterinaceae and Microthyriaceae from the Neotropics (Panama). PhD Thesis. Frankfurt am Main, Johann Wolfgang Goethe-University, p. 408.
- HONGSANAN, S.; LI, Y. M.; LIU, J. K. et al. 2014. Revision of genera in Asterinales. Fungal Diversity 68 (1):1-68.
- OLIVEIRA, D. L. 2011. Viabilidade econômica de algumas espécies medicinais nativas do Cerrado. Estudos 38 (2):301-332.
- SCHENCK, N. C., PEREZ, Y. 1990. Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi. 3rd ed. Gainesville, FL, Synergistic Publications. 286p.
- SILVA, J.A.A. da . 2007. Quem é quem na família das anonáceas. Pesquisa & Tecnologia 4 (1). Disponível em: <<http://www.apta-regional.sp.gov.br/acesso-aos-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2007/2007-janeiro-junho/517-quem-e-quem-na-familia-das-anonaceas/file.html>>. Acesso em: 17/4/2017.
- SIQUEIRA, C.A.T. et al. 2011. Chemical constituents of the volatile oil from leaves of *Annona coriacea* Mart., Annonaceae, and in vitro antiprotozoal activity. Rev. Bras. Farmacogn. 21:33-40.

Tabela 1. Comparação das descrições de *Prillieuxina winteriana* em diferentes espécies de Annonaceae

Espécies de <i>Annona</i>	Local	Picniotírios (mμ)	Conídios (mμ)	Fonte
<i>A.coriacea</i>	Vitória da Conquista-BA	140-250	25-35 × 15-17,5	Este trabalho
<i>A.montana</i>	La Concepción – Panamá	127-166	28-34 × 17-20	Hofmann (2010)
<i>A.monticola</i>	Distrito Federal, Planaltina.	112-262	19-30,5 × 6-20	Armando (2014)
<i>A.muricata</i>	Wenceslau Guimarães-BA	137,5- 212,5	22,5-36,2 × 16,2-22,5	Caliman (2015)
<i>A.palustris</i>	Recife-PE	175-212,5	27,5-35 × 15-20	Batista & Lima (1959)
<i>Annona</i> sp.	Guatemala (Exsicata do Herbario URM)	160-220	20,5-30 × 14,5-19,5	Batista & Ciferri (1959)

BESOUROS ESCARABEÍDEOS (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) COLETADOS EM REMANESCENTE FLORESTAL EM RIO BRANCO, ACRE, BRASIL

Rodrigo Souza Santos¹, Weidson Plauter Sutil², José Fernando Araújo de Oliveira²

¹Embrapa Acre, Rodovia BR 364, km 14, CP 321, 69900-970, Rio Branco, AC, Brasil. rodrigo.s.santos@embrapa.br

²União Educacional do Norte (UNINORTE), Alameda Hungria, 200, Jardim Europa, 69915-901, Rio Branco, AC.
plauter80@gmail.com; jfernando.a.o@hotmail.com

Besouros da família Scarabaeidae possuem grande importância ecológica, desde sua participação no ciclo de decomposição da matéria orgânica, no controle biológico da mosca-dos-chifres e na entomologia forense. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo conhecer as espécies de besouros escarabeídeos em um remanescente florestal, localizado no município de Rio Branco, Acre. Durante o período de março a agosto de 2016 foram instaladas nove armadilhas do tipo “pitfall trap”, com três tipos de atrativos alimentares (fezes humanas, coração bovino em decomposição e banana fermentada), dispostas em um triângulo equilátero, com 15 metros de lado. Foram realizadas duas coletas semanais (segundas e sextas-feiras), e as armadilhas eram recolhidas e substituídas por novas, incluindo os atrativos alimentares. O material foi triado no Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre e os escarabeídeos preservados em álcool 70%. Foram capturados um total de 764 espécimes, representados por cinco tribos, 12 gêneros e 40 espécies. *Canthon quinquemaculatus*, *Canthon septemmaculatus*, *Deltochilum carinatum*, *Deltochilum orbiculare*, *Dichotomius batesi*, *Phanaeus bispinus* e *Phanaeus camberforti* representam primeiros registros de ocorrência para o estado do Acre. Pelo número de espécies capturadas, bem como pelos seus hábitos alimentares, conclui-se que o remanescente florestal possui baixo impacto antrópico.

Palavras-chave: Bioindicador, Fauna edáfica, Floresta tropical, Scarabaeoidea

Dung beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) collected in forest remnant in the municipality of Rio Branco, Acre state, Brazil. Beetles of the family Scarabaeidae have great ecological importance, since its participation in the cycle of decomposition of organic matter, in the biological control of flies and in forensic entomology. In this context, the aim of this work was to know as species of Scarabaeidae beetles in a forest remnant, in the municipality of Rio Branco, Acre state, Brazil using pitfall traps, with three types of food attractions (human feces, bovine heart in decomposition and fermented banana). During the period from March to August 2016, two weekly collections were held (Mondays and Fridays), collecting the traps and replacing them with new ones, including food attractions. The material was screened in the Embrapa Acre's Laboratory of Entomology and the Scarabaeidae preserved in alcohol 70%. A total of 764 specimens were collected, represented by five tribes, 12 genus and 40 species. The species *Canthon quinquemaculatus*, *Canthon septemmaculatus*, *Deltochilum carinatum*, *Deltochilum orbiculare*, *Dichotomius batesi*, *Phanaeus bispinus* and *Phanaeus camberforti* are first records for Acre state. By the number of species captured, as well as by their eating habits, it is concluded that the forest remnant has low anthropic impact.

Key words: Bioindicator, Edaphic fauna, Tropical forest, Scarabaeoidea

Introdução

A exploração de ambientes naturais com o propósito de expansão das diversas atividades humanas de produção, principalmente as de natureza agropecuária, provoca alterações na complexidade e estruturação dos diferentes habitats naturais e, consequentemente, acarretam em uma mudança na composição de espécies das comunidades animais anteriormente ali presentes (Borges, 2006). Essa prática tem como consequência a perturbação do equilíbrio dinâmico entre as espécies e o ambiente, podendo levar à extinção das espécies. A perda da biodiversidade ameaça a sustentabilidade de todo o sistema, com uma consequente redução dos serviços ambientais, tais como: controle de pragas, ciclagem de nutrientes e manutenção da estrutura do solo (Sampaio, 2010).

Uma forma de avaliar o grau de alteração ou fragmentação de um habitat é mediante a utilização de um grupo de organismos considerados bioindicadores (Wink et al., 2005). Dentre os organismos bioindicadores, os insetos são considerados muito importantes na ecologia dos ecossistemas naturais, podendo ser utilizados em estudos de perturbação ambiental (Rosenberg et al., 1986).

A ordem Coleoptera é a maior dentre todas da Classe Insecta, e o número total de espécies varia de acordo com a opinião de diferentes autores, no entanto, segundo Slipinski et al. (2011), esta ordem possui cerca de 380.000 espécies conhecidas, representando 25% de todas as espécies de animais do planeta. Dentre estes, a família Scarabaeidae (superfamília Scarabaeoidea) se destaca como uma das principais, com aproximadamente 7.000 espécies conhecidas em nível mundial, das quais, cerca de 800 ocorrem no Brasil (Melo et al., 2009). Este grupo de besouros é detritívoro, promovendo a remoção e reingresso da matéria orgânica no ecossistema, aumentando a aeração do solo e prolongando a sua capacidade produtiva (Milhomem et al., 2003), podendo ainda ser considerados como indicadores de qualidade ambiental e de seus impactos em muitas regiões do mundo (Halffter e Favila, 1993).

A melhor maneira de se coletar coleópteros é com a utilização de iscas ou atrativos, independente do tipo de armadilha. No entanto, para a coleta de escarabeídeos, os quais são atraídos por fezes,

carcaças e frutos em decomposição, mas não são atraídos por luz, as armadilhas de queda ou alçapões (pitfall) são as mais recomendadas (Favila e Halffter, 1997). A maioria das espécies utiliza excrementos, carcaças e frutas podres como recurso alimentar tanto na fase adulta quanto na larval (Halffter e Matthew, 1966). Portanto, a maior parte do grupo é facilmente amostrada através de armadilhas de queda iscadas com os recursos de que se alimenta (Lobo et al., 1988; Halffter e Favila, 1993).

Visto que, a fauna do solo exerce importante papel nos processos ecológicos do ecossistema, estudos sobre a composição e estrutura dessas comunidades são importantes para entender o seu funcionamento (Teixeira et al., 2009). Neste contexto e, levando em consideração que estudos dessa natureza ainda são muito escassos para o estado do Acre, este trabalho teve como objetivo conhecer as espécies de besouros escarabeídeos em um remanescente florestal, localizado no município de Rio Branco, visando contribuir para o aumento do conhecimento acerca das espécies de escarabeídeos ocorrentes no estado do Acre.

Material e Métodos

O estudo foi realizado em um remanescente florestal situado no campo experimental da Embrapa Acre ($10^{\circ}01'49.8''S$; $67^{\circ}41'00.5''W$ – altitude de 143 m), no período de março a agosto de 2016, sendo realizadas duas coletas semanais (segundas e sextas-feiras), totalizando oito coletas mensais e um total de 48 coletas durante todo o período de amostragem.

O remanescente florestal é caracterizado como uma floresta ombrófila aberta, com área de aproximadamente 800 ha e faz fronteira com duas propriedades onde existem pastagens formadas. A fisionomia dessa floresta é predominantemente aberta com presença de tabocas (*Guadua* sp.), palmeiras e cipós. O clima é do tipo Aw (classificação de Köppen), ou seja, clima quente e úmido de monções, com uma estação seca bem diferenciada entre os meses de junho e outubro (Funtac, 1989; Oliveira, 1994; Oliveira e Braz, 1998).

Na área experimental foram instaladas nove armadilhas de queda do tipo “pitfall trap”, dispostas em três triângulos de cinco metros de distância (três armadilhas por triângulo), formando um triângulo

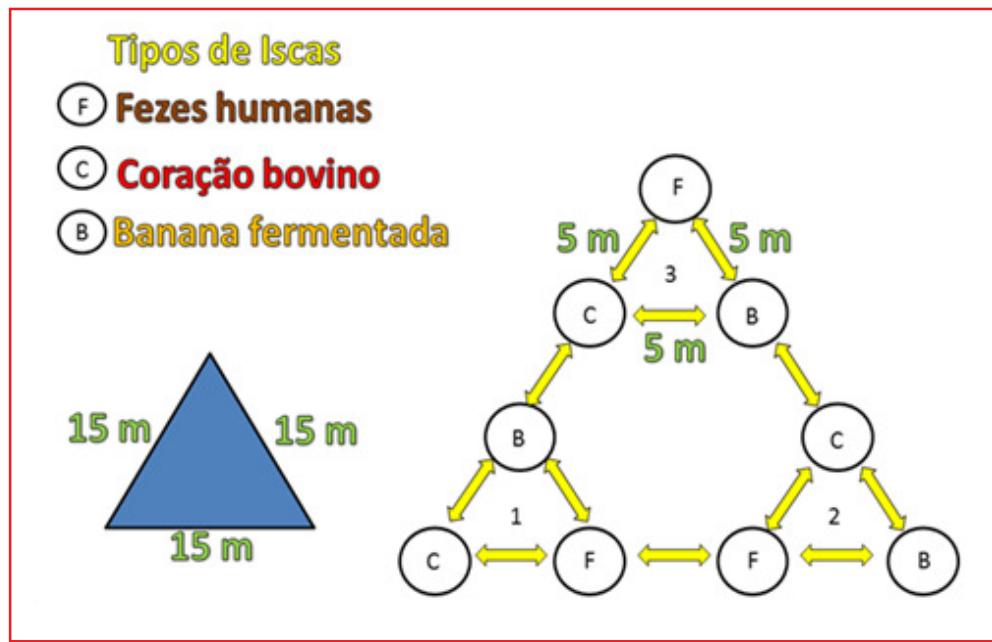


Figura 1 - Esquema da distribuição das armadilhas pitfall no interior do remanescente florestal, sendo cada círculo correspondente a uma armadilha pitfall.

equilátero de 15 m de lado (Figura 1). As armadilhas foram instaladas a aproximadamente cinco metros da bordadura do remanescente florestal.

A armadilha pitfall consiste de um recipiente de boca larga enterrado no solo de maneira que a abertura fique ao nível da superfície do mesmo (Leivas et al., 2013). As pitfalls consistiram em copos plásticos de 700 mL enterrados até o nível superficial do solo. No interior de cada armadilha era adicionado 250 mL de solução conservante (formaldeído a 1%), com algumas

gotas de detergente líquido neutro, para quebrar a tensão superficial da água, conforme metodologia utilizada por Santos e Cividanes (2007).

Os atrativos alimentares eram suspensos por um fio de cobre, em recipientes plásticos, nos quais eram inseridos aproximadamente 20 g do atrativo alimentar (Figura 2A e 2B). Foram utilizados três tipos de atrativos alimentares nesse estudo (fezes humanas, coração bovino em decomposição e banana fermentada) (Silva et al., 2007). Um rodízio de atrativos



Figura 2 - Detalhe de armadilha pitfall iscada, com sua respectiva proteção de madeira(A) e do pote plástico contendo coração bovino em seu interior (B). (Crédito das fotos: Weidson Plauter Sutil).

alimentares entre as pitfalls era realizado a cada coleta, a fim de reduzir a interferência da posição da armadilha em detrimento ao tipo de atrativo.

Sobre cada pitfall foi instalada uma cobertura quadrada de madeira (12 cm²), a fim de evitar o transbordamento pela água da chuva e/ou o entupimento das armadilhas por folhas e/ou detritos (Figura 2A).

A cada amostragem, o material coletado era levado até o Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre, onde se procedia a triagem, com auxílio de peneira granulométrica. Os coleópteros pertencentes às famílias Histeridae, Staphylinidae e Scarabaeidae foram morfotipados, sob microscópio estereoscópico, e preservados em frascos contendo álcool a 70%. Posteriormente, os escarabeídeos foram enviados ao taxonomista Dr. Paschoal Coelho Grossi (Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, Recife, PE), para identificação ao menor nível taxonômico possível.

Resultados e Discussão

Foram coletados 6.601 besouros pertencentes às famílias Histeridae, Staphylinidae e Scarabaeidae, sendo essa última família a mais abundante em todo o período de estudo. Os escarabeídeos pertenciam a cinco tribos, 12 gêneros e 40 espécies (Tabela 1).

As tribos Coprini e Canthonini foram as melhores representadas com 15 e 14 espécies respectivamente, seguidas por Phanaeini (6 espécies), Onthophagini (3) e Oniticelini (2).

Coprini corresponde a uma das tribos mais ricas com gêneros que ainda são pouco estudados, em especial *Canthidium* e *Dichotomius*, os quais se encontram em processo de revisão sistemática. Estes grupos possuem os mais variados hábitos alimentares, encontrando-se preferencialmente em floresta primária e secundária (Korasaki et al., 2012). Os gêneros mais frequentes desta tribo foram *Canthidium* e *Dichotomius* com sete espécies, seguidos por *Canthon* com cinco espécies. Uma possível hipótese para justificar a maior abundância de Coprini neste levantamento é o fato de o fragmento de floresta corresponder a uma mata primária.

Canthidium é um grande gênero, com 153 espécies descritas, sendo a maior parte copro-necrófagas que vivem em florestas ou savanas neotropicais, fator que pode explicar a sua maior ocorrência (Vaz-de-Mello,

Tabela 1 - Espécies de Scarabaeidae (Coleoptera) coletadas em armadilhas pitfall iscadas, em remanescente florestal, no município de Rio Branco, Acre, de março a agosto de 2016

Espécie	Tribo
<i>Canthidium</i> sp.1	Coprini
<i>Canthidium</i> sp.2	
<i>Canthidium</i> sp.3	
<i>Canthidium</i> sp.4	
<i>Canthidium</i> sp.5	
<i>Canthidium</i> sp.6	
<i>Canthidium</i> sp.7	
<i>Dichotomius</i> aff. <i>boreus</i>	
<i>Dichotomius</i> aff. <i>prietoi</i>	
<i>Dichotomius</i> <i>batesi</i> Harold	
<i>Dichotomius</i> <i>mamillatus</i> Felsche	
<i>Dichotomius</i> <i>ohausi</i> Luederwaldt	
<i>Dichotomius</i> <i>robustus</i> Luederwaldt	
<i>Dichotomius</i> sp.	
<i>Ontherus</i> sp.	
<i>Canthon</i> aff. <i>luctuosus</i>	Canthonini
<i>Canthon</i> <i>quinquemaculatus</i> Castelnau	
<i>Canthon</i> <i>septemmaculatus</i> Latreille	
<i>Canthon</i> sp. 1	
<i>Canthon</i> sp. 2	
<i>Deltochilum</i> aff. <i>howdeni</i>	
<i>Deltochilum</i> aff. <i>irroratum</i>	
<i>Deltochilum</i> aff. <i>peruanum</i>	
<i>Deltochilum</i> <i>amazonicum</i> Bates	
<i>Deltochilum</i> <i>carinatum</i> Westwood	
<i>Deltochilum</i> <i>orbiculare</i> Lansberge	Phanaeini
<i>Deltochilum</i> <i>schefflerorum</i> Silva, Louzada e Vaz-de-Mello	
<i>Scybalocanthon</i> sp.	
<i>Sylvicanthon</i> aff. <i>aequinoctialis</i>	Onthophagini
<i>Oxysternon</i> <i>conspicillatum</i> Weber	
<i>Oxysternon</i> <i>silenus</i> Castelnau	
<i>Phanaeus</i> <i>bispinus</i> Bates	
<i>Phanaeus</i> <i>camberforti</i> Arnaud	
<i>Coprophanaeus</i> aff. <i>degallieri</i>	Oniticelini
<i>Coprophanaeus</i> <i>telamon</i> Erichson	
<i>Onthophagus</i> aff. <i>xanthomerus</i>	
<i>Onthophagus</i> <i>haematopus</i> Harold	Eurysternini
<i>Onthophagus</i> sp.	
<i>Eurysternus</i> aff. <i>hypocrita</i>	Oniticelini
<i>Eurysternus</i> <i>caribaeus</i> Herbst	

1999). Possuem hábitos alimentares generalistas, sendo atraídas por fezes humanas, além de carnes e frutas em decomposição. Há espécies indicadoras de ecossistemas florestais mais conservados, bem como outras, encontradas em ecossistemas perturbados

(Silva et al., 2011). Sete morfoespécies de *Canthidium* já haviam sido coletadas em levantamento realizado por Rufino et al. (2016), utilizando armadilhas pitfall não iscadas, em remanescente florestal, no município de Plácido de Castro, AC, reforçando que esse gênero de Scarabaeidae é comum em ambientes florestais no estado do Acre.

Canthonini é uma das mais antigas e maiores tribos de Scarabaeidae apresentando vários hábitos alimentares, preferencialmente copro-necrófagos, mas que também utilizam frutos em decomposição e fungos como recurso alimentar (Vaz-de-Mello, 1999). Os gêneros mais frequentes foram *Deltochilum* com sete espécies, seguido por *Canthon* com cinco espécies. As espécies *Deltochilum schefflerorum* Silva, Louzada e Vaz-de-Mello e *Oxysternon silenus* Laporte, já haviam sido registradas no estado do Acre (Rufino et al., 2016).

Em trabalho similar, desenvolvido no estado do Acre por Vaz-de-Mello (1999), utilizando armadilhas pitfall iscadas (fezes humanas e carcaça de peixe), armadilha de interceptação de voo (Malaise) e coleta manual (rede entomológica), foram registradas 36 espécies de escarabeídeos, quatro a menos em relação a este estudo, havendo uma significativa diferença entre as espécies capturadas em ambos os trabalhos. Esse resultado aponta que, para se realizar um amplo levantamento de besouros escarabeídeos, fazem-se necessárias várias formas de captura, tais como: armadilhas iscadas, de interceptação de voo e coleta manual.

De acordo com Silveira Neto et al. (1995), os insetos de solo podem ser bons indicadores ecológicos, para a avaliação do impacto ambiental que venha a ocorrer em determinada região, já que a interação da comunidade biótica com o solo tem um papel vital na produção e manutenção da sua qualidade (Aquino, 1999). Segundo Rodrigues e Marchini (1998) os besouros coprófagos são utilizados no controle biológico da mosca-do-chifre, *Haematobia irritans* (L.) (Diptera: Muscidae), uma das principais pragas de bovinos no Brasil (Honer e Gomes, 1990). O escarabeídeo africano, *Digitonthophagus gazela* (Fabricius), foi introduzido no Brasil em 1989, para fins de controle biológico de moscas e incorporação de matéria orgânica no solo (Miranda et al., 1998; Koller et al., 2006).

No âmbito geral, verificou-se que o maior número de coleópteros foi capturado pelas armadilhas que

continham o atrativo de coração bovino em decomposição (2.418 indivíduos capturados), seguido por fezes humanas (2.338) e banana fermentada (1.845), sendo o mais recomendado para captura de espécies de escarabeídeos de hábito copro-necrófago. A maior incidência de besouros nos dois primeiros tipos de atrativos se deve ao fato de a maioria dos representantes de Scarabaeidae possuir o hábito copro-necrófago (Silva e Di Mare, 2012).

Segundo Silva et al., 2011, *Canthon aff. luctuosus* é capturada em fezes humanas, carnes e frutas apodrecidas. *Canthon quinquemaculatus* possui hábito necrófago e se adapta bem a ambientes perturbados. *Eurysternus cariabaeus* é considerada coprófaga, embora também seja atraída por frutas em decomposição.

Canthon quinquemaculatus Castelnau, *Canthon septemmaculatus* Latreille, *Deltochilum carinatum* Westwood, *Deltochilum orbiculare* Lansberge, *Dichotomius batesi* Harold, *Phanaeus bispinus* Bates e *Phanaeus camberforti* Arnaud, representam primeiros registros de ocorrência no estado do Acre.

Conclusões

Devido à escassez de trabalhos com Coleoptera realizados na Amazônia Ocidental, especialmente no estado do Acre, este trabalho contribuiu para aumentar o conhecimento acerca da fauna de escarabeídeos ocorrentes no Estado. Pelo número de espécies capturadas nesse levantamento e, pelo hábito alimentar de algumas espécies identificadas, verifica-se que o remanescente florestal possui baixo impacto antrópico, com a maioria das espécies encontradas não tendo hábitos alimentares generalistas.

Literatura Citada

- AQUINO, A. M. 1999. Meso e macrofauna do solo e sustentabilidade agrícola: perspectivas e desafios para o século XXI. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Brasília, 1999. Anais. Brasília, DF, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- BORGES, L. O. 2006. Estudo comparativo de assembléias de Histeridae e Staphylinidae (Insecta, Coleoptera) em áreas de mata semicaducifólia tropical e pastagem no Campus Samambaia, Goiânia, Goiás, Brasil. Revista de Biologia Neotropical (Brasil) 3(2):189-190.

- FAVILA, M. E.; HALFFTER, G. 1997. The use of indicator groups for measuring biodiversity as related to community structure and function. *Acta Zoológica Mexicana* 72:1-25.
- FUNDAÇÃO DE TECNOLOGIA DO ESTADO DO ACRE - FUNTAC. 1989. Inventário florestal e diagnóstico da regeneração natural da área do Programa de Desenvolvimento Rural Integrado do Estado do Acre - PDRI/AC. Rio Branco, AC, FUNTAC/INPA. 151p.
- HALFFTER, G.; FAVILA, M. E. 1993. The Scarabaeinae (Insecta: Coleoptera) an animal group for analyzing, inventorying and monitoring biodiversity in tropical rainforest and modified landscapes. *Biology International* 27:15-21.
- HALFFTER, G.; MATTHEWS, E. G. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae). *Florida Entomologist* 12:1-312.
- HONER, M. R.; GOMES, A. 1990. O manejo integrado de mosca dos chifres, berne e carrapato em gado de corte. Campo Grande, EMBRAPA GADO DE CORTE. Circular Técnica, n. 22. 60p.
- KOLLER, W. W., GOMES, A.; RODRIGUES, S. R. 2006. Perspectivas de degradação de fezes bovinas pelo besouro coprófago africano, *Digitonthophagus gazella* e espécies sul-americanas (Coleoptera, Scarabaeidae e Aphodiidae). Campo Grande, MS, EMBRAPA GADO DE CORTE. Comunicado Técnico, n. 100. 7p.
- KORASAKI, V. et al. 2012. Taxocenose de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) em Benjamin Constant, AM. *Acta Amazonica* (Brasil) 42 (3):423-432.
- LEIVAS, F. W. T.; GROSSI, P. C.; ALMEIDA, L. M. 2013. Histerídeos (Staphyliniformia: Coleoptera: Histeridae) dos Campos Gerais, Paraná, Brasil. *Biota Neotropica* (Brasil) 13 (2):196-204.
- LOBO, J. M.; MARTÍN-PIERA, F.; VEIGA, C. M. 1988. Las trampas pitfall con sebo, sus posibilidades en el estudio de las comunidades coprófagas de Scarabaeoidea (Col.). I. Características determinantes de su capacidad de captura. *Revue D'ecologie et de Biologie du Sol* 25 (1):77-100.
- MELO, F. V. et al. 2009. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como bioindicadores. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo* (Brasil) 34 (1):39-43.
- MILHOMEM, M. S.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; DINIZ, I. R. 2003. Técnicas de coleta de besouros copronecrófagos no Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* (Brasil) 38 (11): 1249-1256.
- MIRANDA, C. H. B.; SANTOS, J. C. C.; BIANCHIN, I. 1998. Contribuição de *Onthophagus gazella* à melhoria da fertilidade do solo pelo enterro de massa fecal bovina fresca. 1. Estudo em casa de vegetação. *Revista Brasileira Zootecnia* (Brasil) 27(5):681-685.
- OLIVEIRA, M. V. N.; BRAZ, E. M. 1998. Manejo florestal em regime de rendimento sustentado aplicado à floresta do Campo Experimental da EMBRAPA/CPAF/AC. Rio Branco, AC, EMBRAPA ACRE. *Boletim de Pesquisa*, n. 21. 45p.
- OLIVEIRA, M. V. N. 1994. Composição florística e potenciais madeireiro e extrativista em uma área de floresta no estado do Acre. Rio Branco, AC, EMBRAPA ACRE . *Boletim de Pesquisa*, n. 9. 42p.
- RODRIGUES, S. R.; MARCHINI, L. C. 1998. Besouros coprófagos (Coleoptera: Scarabaeidae) coletados em Piracicaba, São Paulo. *Scientia Agricola (Brasil)* 55(1):53-58.
- ROSENBERG, D. M.; DANKS, H. V.; LEHMKUHL, D. M. 1986. Importance of insects in environmental impact assessment. *Environmental Management* 10(6):773-783.
- RUFINO, C. P. B. et al. 2016. Escarabeídeos capturados em armadilhas pitfall em Plácido de Castro, AC. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 26, Maceio, AL. Anais. Maceio, AL, Sociedade Brasileira de Entomologia.
- SANTOS, R. S.; CIVIDANES, F. J. 2007. Registro de opiliões (Arachnida: Opiliones) em três agrossistemas e remanescente florestal. *Ecossistema (Brasil)* 32 (1):9-12.
- SAMPAIO, J. A. 2010. Levantamento e grupos tróficos de coleópteros cursores de solo em Sergipe: Importância dos coleópteros como indicadores do processo de recuperação florestal. *Dissertação Mestrado*. São Cristóvão, SE, Universidade Federal de Sergipe. 38p.
- SILVA, F. A. B. et al. 2007. Comunidade de escarabeíneos (Coleoptera, Scarabaeidae) copro-necrófagos da região de Brejo Novo, Caruaru, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia (Brasil)* 51(2):228-233.
- SILVA, P. G.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; DI MARE, R. A. 2011. Guia de identificação das espécies de Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) do município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Biota Neotropica* (Brasil) 11 (4):329-345.
- SILVA, P. G.; DI MARE, R. A. 2012. Escarabeíneos copro-necrófagos (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) de fragmentos de Mata Atlântica em Silveira Martins, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia* 102(2): 197-205.
- SILVEIRA NETO, S. et al. 1995. Uso da análise faunística de insetos na avaliação impacto ambiental. *Scientia Agricola (Brasil)* 52(1):9-15.
- SLIPINSKI, S. A.; LESCHEN, R. A. B. ; LAWRENCE, J. F. 2011. Order Coleoptera Linnaeus, 1758. In: Z. Q. Zhang ed. *Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness*. Zootaxa 3148:203-208.
- TEIXEIRA, C. C. L.; HOFFMANN, M.; SILVA-FILHO, G. 2009. Comunidade de Coleoptera de solo em remanescente de Mata Atlântica no estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Biota Neotropica* (Brasil) 9(4):91-95.
- VAZ-DE-MELLO, F. Z. 1999. Scarabaeidae s. str. (Coleoptera: Scarabaeoidea) de um fragmento de Floresta Amazônica no Estado do Acre, Brasil. 1. Taxocenose. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil (Brasil)* 28(3):439-446.
- WINK, C. et al. 2005. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. *Revista de Ciências Agroveterinárias (Brasil)* 4(1):60-71.

VARIABILIDADE GENÉTICA DE CULTIVARES E HÍBRIDOS ELITE DE MANGUEIRA COM BASE EM MARCADORES MOLECULARES

João Pedro Basso¹, Fábio Gelape Faleiro², Jamile da Silva Oliveira^{3*}, Tadeu Graciolli Guimarães², Marcelo Fideles Braga², Kenia Gracielle da Fonseca³, Nilton Tadeu Vilela Junqueira², Francisco Pinheiro Lima Neto⁴

¹União Pioneira de Integração Social, BR-20, km 12, 73300-001, Planaltina, DF; jotapbasso@gmail.com.²Embrapa Cerrados, BR 020, km 18, Rodovia Brasília/Fortaleza, 73310-970, Planaltina, DF; fabio.faleiro@embrapa.br; tadeu.graciolli@embrapa.br; marcelo.fideles@embrapa.br; nilton.junqueira@embrapa.br.³Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, 70910-900, Brasília, DF, jamile.oliveira54@gmail.com, kenia.gfonseca@gmail.com.

⁴Embrapa Semiárido, Rodovia BR-428, km 152, Zona Rural - C.P. 23, 56302-970, Petrolina, PE, pinheiro.neto@embrapa.br.

*Autor para correspondência: jamile.oliveira54@gmail.com

A cultura da manga (*Mangifera indica* L.) possui grande importância social e econômica no Brasil. Entretanto, os cultivos comerciais são baseados apenas nas cultivares Tommy Atkins e Palmer, sendo necessário o aumento da base genética por meio da disponibilidade de novas cultivares superiores. Neste trabalho, objetivou-se verificar a variabilidade genética molecular de 15 cultivares e híbridos elite de manga avaliados no Ensaio Nacional de Cultivares, utilizando marcadores moleculares RAPD e ISSR. O DNA genômico das 15 plantas foi extraído e amplificado via Reação em Cadeia Polimerase, utilizando-se 10 primers para RAPD e 7 para ISSR. Foram obtidos 150 marcadores RAPD e 135 marcadores ISSR, os quais foram codificados em dados binários. Foi calculada uma matriz de dissimilaridade genética, a partir da qual foram realizadas as análises de agrupamento e dispersão gráfica. Pela análise de agrupamento e dispersão gráfica foi possível observar a variabilidade genética entre os materiais. A cultivar “Rosa 2” e o “híbrido 263/99” foram os que apresentaram maior dissimilaridade genética, sendo alternativas para ampliar a base genética das atuais cultivares de manga utilizadas pelos fruticultores. Os marcadores moleculares RAPD e ISSR foram úteis e complementares para o estudo da variabilidade genética das cultivares e híbridos de manga.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L., vulnerabilidade genética, melhoramento genético, cultivar.

Genetic variability of cultivars and elite hybrids of mango tree based on molecular markers. The mango tree (*Mangifera indica* L.) has a great social and economic importance in Brazil. However, commercial crops are based only on Tommy Atkins and Palmer cultivars, and it is necessary to increase the genetic base through the availability of new superior cultivars. The objective of this work was to verify the molecular genetic variability of 15 elite cultivars and hybrids evaluated in the National Cultivars Assay, using RAPD and ISSR molecular markers. Genomic DNA from the 15 plants was extracted and amplified via Polymerase Chain Reaction, using 10 RAPD primers and 7 ISSR primer. We obtained 150 RAPD markers and 135 ISSR markers, which were encoded in binary data. A genetic dissimilarity matrix was calculated, from which the analyzes of grouping and graphic dispersion were performed. By the analysis of grouping and dispersion graphic it was possible to observe the genetic variability among the cultivars and hybrids. “Rosa 2” and “263/99 hybrids” were the ones that presented the greatest genetic dissimilarity, being alternatives to expand the genetic base of the current mango cultivars used by fruit growers. RAPD and ISSR molecular markers were useful and complementary to the study of the genetic variability of mango cultivars and hybrids.

Key words: *Mangifera indica* L., genetic vulnerability, genetic improvement, cultivar.

Introdução

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é uma espécie originária da parte oriental da Índia (Duval et al., 2005), sendo um dos mais apreciados frutos de origem tropical. O processo de disseminação da cultura foi lento, uma vez que a espécie alcançou outras terras somente depois de ter sido cultivada há mais de 4 séculos em suas regiões de origem. A disseminação da cultura pelo mundo foi iniciada com a descoberta das rotas comerciais marítimas entre Europa e Ásia no início do século 16. Os portugueses foram os que executaram esse deslocamento, primeiramente levando as costas da África e depois para a América. A manga foi introduzida no Brasil por volta de 1700 (Souza et al., 2002).

O Brasil está entre os dez principais países produtores de manga com uma área superior a 70 mil hectares e produção de aproximadamente 1.132.000 toneladas (Anuário Brasileiro da Fruticultura, 2016). A mangueira possui grande importância social e econômica no Brasil, entretanto os cultivos comerciais são baseados apenas nas cultivares Tommy Atkins e Palmer, quase totalmente visando o consumo in natura.

Com a pouca diversidade de mangas em pomares comerciais no Brasil, é necessário o aumento da base genética por meio da disponibilidade de novas cultivares superiores. Para tanto, o melhoramento genético da manga tem sido realizado por diversas instituições nacionais e internacionais com diferentes estratégias para atender a dinâmica do mercado (Pinto, 1996; Rossetto et al., 1996; Brettell et al., 2004; Human et al., 2009). A Embrapa e parceiros possuem um programa de melhoramento genético da mangueira, o qual tem desenvolvido diferentes cultivares e híbridos elite que estão sendo avaliados com base em características agronômicas em diferentes regiões do Brasil, por meio do Ensaio Nacional de Cultivares. O conhecimento da variabilidade genética desses materiais genéticos é importante e pode ser um critério a mais para o lançamento de novas cultivares.

Marcadores moleculares do DNA têm sido utilizados como ferramentas auxiliares nas diferentes etapas do melhoramento genético, desde a caracterização do germoplasma até as etapas finalísticas de desenvolvimento e seleção de plantas melhoradas. A capacidade dos marcadores moleculares

de analisar genomas de interesse de forma ampla, sem influência do ambiente, permite gerar informações precisas sobre a variabilidade genética complementando outras informações obtidas com base em dados de pedigree e de características morfológicas e agronômicas (Faleiro, 2011). Assim, objetivou-se avaliar e quantificar a variabilidade genética de cultivares e híbridos elite de mangueira avaliados no Ensaio Nacional de Cultivares, com base em marcadores moleculares RAPD e ISSR, visando analisar a base genética de potenciais cultivares geneticamente superiores.

Material e Métodos

A caracterização molecular das 15 cultivares e híbridos elite de mangueira foi realizada utilizando marcadores RAPD e ISSR no Laboratório de Genética e Biologia Molecular da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. As cultivares e híbridos elite avaliados foram: BRS Roxa 141 (Amrapali x Tommy Atkins), CPAC 329/94, BRS Lita (Amrapali x Tommy Atkins), CPAC 165/93, CPAC 58/95, Rosa 36, BRS Beta (Amrapali x Winter), Tommy Atkins, BRS Alfa 142 (Mallika x Van Dyke), Palmer, Rosa 46, BRS Ômega (Amrapali x Van Dyke), CPAC 22/93, Rosa 2 e CPAC 263/94.

O DNA genômico de cada material foi extraído a partir do tecido foliar em estágio intermediário de maturação, utilizando o método do CTAB, com modificações (Faleiro et al., 2003). A quantificação foi realizada utilizando o equipamento Nanodrop e as amostras de DNA de cada acesso foram diluídas para 10 μ g/ml.

O DNA de cada material genético foi amplificado para obtenção de marcadores RAPD. As reações de amplificação foram feitas em um volume total de 13 μ L, contendo Tris-HCl 10 mM (pH 8,3), KCl 50 mM, MgCl₂ 3mM, 100 μ M de cada um dos desoxirribonucleotídos (dATP, dTTP, dGTP e dCTP), 0,4 μ M de um primer (Operon Technologies Inc., Alameda, CA, EUA), uma unidade da enzima Taq polimerase e, aproximadamente, 15 μ g de DNA.

Para obtenção dos marcadores RAPD, foram utilizados dez *primers* decâmeros OPD (07 e 10), OPE (16 e 18), OPF (17), OPG (01, 05, 08 e 17) e OPH (4)

Tabela 1 - *Primers* RAPD e ISSR utilizados e bandas polimórficas (BP) e monomórficos (BM), Embrapa Cerrados, 2017

<i>Primers</i>	RAPD		<i>Primers</i>	ISSR	
	BP	BM		BP	BM
OPF01- ACGGATCCTG	11	5	05- AGCAGCAGCAGCAGC	15	5
OPH12- ACAGCGCATGT	19	1	06- AGGAGGAGGAGGAGG	17	1
OPE16- GGTGACTGTG	10	2	07- CAGCAGCAGCAGCAG	25	6
OPD04- TCTGGTGAGG	14	3	08- CGAGAGAGAGAGAGA	15	4
OPD07- TTGGCACGGG	17	2	13- GAGAGAGAGAGAGAG	16	2
OPE20- AACGGTGACC	16	1	14- AGAGAGAGAGAGAGA	13	3
OPE18- GGACTGCAGA	5	5	15- GTGTGTGTGTGTGT	10	3
OPG08- TCACGTCCAC	8	4			
OPH08- GAAACACCCC	9	4			
OPG05- CTGAGACGGA	13	0			
Total	122	27	Total	111	24

(Tabela 1). As amplificações foram efetuadas em termociclador programado para 40 ciclos, cada um constituído pela seguinte sequência: 15 segundos a 94 °C, 30 segundos a 35 °C e 90 segundos a 72 °C. Após os 40 ciclos, foi feita uma etapa de extensão final de seis minutos a 72 °C, e finalmente, a temperatura foi reduzida para 4 °C.

Para marcadores ISSR, o DNA foi amplificado utilizando-se sete *primers* (ISSR-5, ISSR-6, ISSR-7, ISSR-8, ISSR-13, ISSR-14 e ISSR-15) (Tabela 1) e a seguinte reação: 20 µg de DNA genômico, 1 unidade de *Taq* DNA polimerase, 0,3 µM de primer e água até completar um volume de 13 µl. As amplificações foram efetuadas em termociclador programado por 5 minutos a 94 °C, 35 ciclos cada um constituído pela seguinte sequencia: 40 segundos a 94 °C, 40 segundos a 48 °C e 1 minuto a 72 °C. Após os 35 ciclos, foi feita uma etapa de extensão final de dois minutos a 72 °C, e finalmente, a temperatura foi reduzida para 4 °C.

Após as amplificações via RAPD e ISSR, adicionou-se a cada amostra, 3 µl de uma mistura de azul de bromofenol (0,25%) e glicerol (60%) em água. Essas amostras foram aplicadas em gel de agarose (1,2%), corado com brometo de etídio, submerso em tampão TBE (Tris-Borato 90 mM, EDTA 1mM). A separação eletroforética foi de, aproximadamente, quatro horas, a 90 volts. Ao término da corrida, os géis foram fotografados sob luz ultravioleta.

Os marcadores RAPD e ISSR gerados foram convertidos em uma matriz de dados binários, a partir da qual foram estimadas as distâncias genéticas entre as cultivares, com base no complemento do coeficiente

de similaridade de Nei e Li, com o auxílio do Programa Genes (Cruz, 2013). A partir das matrizes de distâncias genéticas foram realizadas análises de agrupamento e dispersão gráfica baseada em escalas multidimensionais usando o método das coordenadas principais, com auxílio do Programa SAS (Sas Institute Inc., 2004) e Statistica (Statsoft Inc., 2005).

Resultados e Discussão

Com base nas análises realizadas por meio das técnicas moleculares, obteve-se um total de 149 marcadores RAPD para os 15 cultivares e híbridos de *M. indica*, sendo que desse total, 122 foram polimórficos e 27 monomórficos. Os *primers* que revelaram um maior polimorfismo foram: OPH12 com 19 marcadores polimórficos e 1 marcador monomórfico; OPE20 com 16 marcadores polimórficos e 1 marcador monomórfico; e OPG5 com 13 marcadores polimórficos e nenhum marcador monomórfico (Tabela 1).

Com relação aos marcadores ISSR, foram obtidos um total de 135 marcadores, sendo que 111 foram polimórficos e 24 monomórficos (Tabela 1). Os *primers* que revelaram um maior polimorfismo foram: ISSR6 com 17 marcadores polimórficos e um marcador monomórfico; e ISSR13 com 16 marcadores polimórficos e 2 marcadores monomórficos.

Por meio da estimativa das distâncias genéticas entre as cultivares e híbridos de *M. indica* obtidas com base em marcadores RAPD, observou-se valores que variaram de 0,18 a 0,54 (Tabela 2). A amplitude

Tabela 2 - Matriz de dissimilaridade genética entre 15 cultivares e híbridos elite de mangueira, calculadas com base em 149 marcadores moleculares RAPD. Embrapa Cerrados, 2017

Acessos	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0,39	0,28	0,29	0,36	0,24	0,21	0,16	0,29	0,54	0,28	0,21	0,18	0,44	0,48
2		0,33	0,37	0,37	0,43	0,36	0,38	0,42	0,52	0,37	0,39	0,35	0,46	0,49
3			0,30	0,36	0,27	0,27	0,25	0,36	0,54	0,28	0,23	0,28	0,47	0,53
4				0,34	0,32	0,27	0,25	0,28	0,52	0,32	0,24	0,27	0,50	0,49
5					0,43	0,34	0,35	0,35	0,54	0,38	0,37	0,41	0,51	0,54
6						0,21	0,27	0,34	0,51	0,18	0,22	0,29	0,33	0,48
7							0,20	0,34	0,48	0,25	0,22	0,25	0,42	0,47
8								0,35	0,51	0,27	0,24	0,30	0,49	0,48
9									0,50	0,25	0,26	0,32	0,41	0,47
10										0,24	0,26	0,24	0,21	0,28
11											0,21	0,31	0,38	0,51
12												0,23	0,42	0,53
13													0,40	0,50
14														0,34

1. BRS Roxa 141, 2. CPAC 329/94, 3. BRS Lita, 4. CPAC 165/93, 5. CPAC 58/95, 6. Rosa 36, 7. BRS Beta, 8. Tommy Atkins, 9. BRS Alfa, 10. Palmer, 11. Rosa 46, 12. BRS Ômega, 13. CPAC 22/93, 14. Rosa 2, 15. CPAC 263/94.

das distâncias genéticas estimadas indicam a existência de grande variabilidade entre as cultivares e híbridos elite de *M. indica* avaliados. A menor distância genética foi obtida entre a cultivar BRS Roxa 141 e o acesso CPAC 22/93 e as maiores distâncias genéticas (0,54) entre as cultivares BRS Roxa e Palmer; BRS Lita e Palmer; híbrido 58/95 e Palmer e híbridos CPAC 58/95 e CPAC 263/94.

Os valores das distâncias genéticas obtidas entre os 15 acessos de *M. indica*, com base em marcadores ISSR variaram de 0,10 a 0,60 (Tabela 3). As distâncias máximas estimadas foram entre os híbridos CPAC 58/95 e CPAC 263/94 (0,60) e entre os híbridos CPAC 165/93 e CPAC 263/94 (0,57). A amplitude de valores de distância genética evidencia a análise de acessos com diferentes graus de dissimilaridade, como também foi verificado em outras coleções avaliadas com base em marcadores ISSR (Rocha et al., 2012).

Os marcadores moleculares RAPD e ISSR evidenciaram as distâncias genéticas entre as cultivares e híbridos elite, os quais mostram a variabilidade que pode ser usada para trabalhos de melhoramento, com o objetivo de diminuir a vulnerabilidade das cultivares à fatores bióticos e abióticos. A amplitude de valores também foi verificada em outras coleções avaliadas com base em marcadores RAPD por Ordon et al. (1997) e

Todorovska et al. (2003). Ravishankar et al. (2015) e Ravishankar et al. (2011) desenharam primers SSRs e estimaram a diversidade genética de mangueira. Santos et al. (2008) estimaram a similaridade genética de acessos de mangueira de diferentes origens geográficas utilizando marcadores do tipo AFLP.

A partir das matrizes de dissimilaridade genética, foram realizadas as análises de agrupamento e dispersão gráfica. Pelas análises de agrupamento e dispersão gráfica obtidas com base nos marcadores RAPD (Figura 1), foi possível observar diferentes grupos de similaridade e a variabilidade genética das cultivares e híbridos elite de *M. indica* em relação à cultivar Tommy Atkins, os quais são alternativas para ampliar a base genética das atuais cultivares de manga utilizadas pelos fruticultores. Adotando-se como ponto de corte a distância genética média de 0,35; observa-se a formação de quatro grupos de similaridade. O grupo um foi formado pela maioria das cultivares e híbridos de *M. indica* e os demais genótipos ficaram sozinhos, com exceção das cultivares Palmer e Rosa 2, que se mantiveram próximas, formando um segundo grupo de similaridade. Os acessos CPAC 329/94, CPAC 58/95 e CPAC 263/94 ficaram isolados dos demais acessos, apresentando maiores dissimilaridades genéticas em relação aos demais genótipos. Pode-se

Tabela 3 - Matriz de dissimilaridade genética entre 15 cultivares e híbridos elite de mangueira, calculadas com base em 135 marcadores moleculares ISSR. Embrapa Cerrados, 2017

Acessos	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0,26	0,28	0,37	0,47	0,33	0,25	0,22	0,27	0,20	0,20	0,20	0,22	0,53	0,48
2		0,20	0,32	0,40	0,38	0,31	0,31	0,27	0,27	0,31	0,28	0,28	0,55	0,54
3			0,30	0,33	0,32	0,29	0,26	0,22	0,29	0,29	0,31	0,32	0,55	0,50
4				0,37	0,37	0,35	0,36	0,33	0,37	0,39	0,38	0,43	0,49	0,57
5					0,40	0,36	0,39	0,36	0,36	0,39	0,37	0,42	0,49	0,60
6						0,31	0,26	0,32	0,25	0,23	0,28	0,33	0,43	0,47
7							0,16	0,23	0,17	0,24	0,25	0,28	0,55	0,47
8								0,23	0,16	0,15	0,18	0,22	0,54	0,47
9									0,25	0,23	0,26	0,29	0,51	0,49
10										0,10	0,18	0,23	0,55	0,47
11												0,23	0,52	0,47
12												0,12	0,53	0,45
13													0,54	0,48
14														0,48

1. BRS Roxa 141, 2. CPAC 329/94, 3. BRS Lita, 4. CPAC 165/93, 5. CPAC 58/95, 6. Rosa 36, 7. BRS Beta, 8. Tommy Atkins, 9. BRS Alfa, 10. Palmer, 11. Rosa 46, 12. BRS Ômega, 13. CPAC 22/93, 14. Rosa 2, 15. CPAC 263/94.

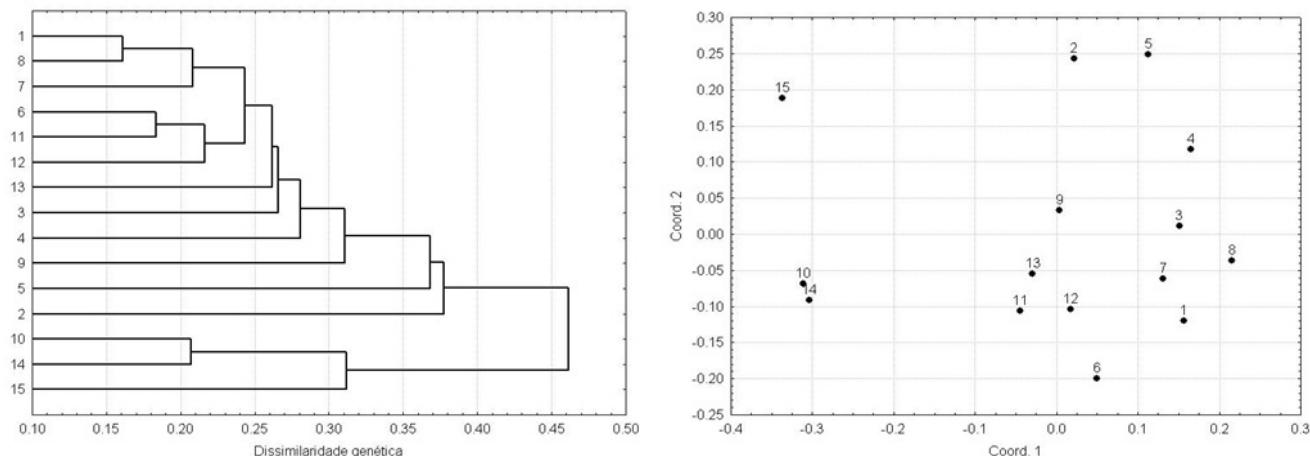


Figura 1 - Análise de agrupamento e dispersão gráfica de 15 acessos de *Mangifera indica* L., com base na matriz de distâncias genéticas calculadas utilizando-se 150 marcadores RAPD. O método do UPGMA foi usado como critério de agrupamento. Embrapa Cerrados, 2017. Legenda: 1. BRS Roxa 141, 2. CPAC 329/94, 3. BRS Lita, 4. CPAC 165/93, 5. CPAC 58/95, 6. Rosa 36, 7. BRS Beta, 8. Tommy Atkins, 9. BRS Alfa, 10. Palmer, 11. Rosa 46, 12. BRS Ômega, 13. CPAC 22/93, 14. Rosa 2, 15. CPAC 263/94.

observar no maior grupo de similaridade formado, que houve uma variabilidade genética entre os genótipos dentro do grupo.

A variabilidade genética entre as cultivares e híbridos elite de manga também foi verificada com base na análise de agrupamento e o gráfico de dispersão obtidos a partir das distâncias genéticas estimadas, com base nos marcadores ISSR (Figura 2). Na análise de

agrupamento, adotando-se como ponto de corte a distância média de 0,3; houve a formação de cinco grupos de similaridade. No primeiro grupo ficaram agrupados a maioria dos genótipos. Assim como verificado com base nos marcadores RAPD, pode-se verificar a variabilidade genética entre os genótipos dentro desse maior grupo de similaridade. Os acessos CPAC 165/93, CPAC 58/95, Rosa 2 e CPAC 263/94

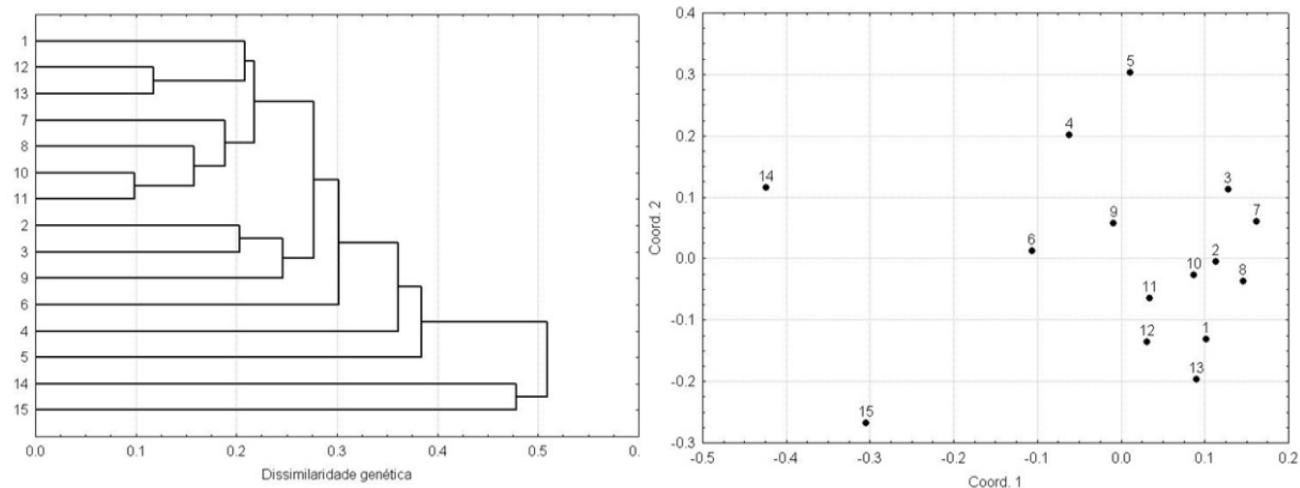


Figura 2 - Análise de agrupamento e dispersão gráfica de 15 acessos de *Mangifera indica* L., com base na matriz de distâncias genéticas calculadas utilizando-se 135 marcadores ISSR. O método do UPGMA foi usado como critério de agrupamento. Embrapa Cerrados, 2017. Legenda: 1. BRS Roxa 141, 2. CPAC 329/94, 3. BRS Lita, 4. CPAC 165/93, 5. CPAC 58/95, 6. Rosa 36, 7. BRS Beta, 8. Tommy Atkins, 9. BRS Alfa, 10. Palmer, 11. Rosa 46, 12. BRS Ômega, 13. CPAC 22/93, 14. Rosa 2, 15. CPAC 263/94.

se apresentaram em grupos separados na análise de agrupamento, mantendo-se mais distantes no gráfico de dispersão, evidenciando a variabilidade existente entre eles e os demais genótipos analisados no presente trabalho.

Segundo Pinto et al. (2009), os híbridos CPA 263/94 e CPAC 58/95 têm peso de fruto entre 300g a 450 g, atendendo a faixa de peso do mercado Europeu e da mesma forma do Americano, possuem excelente qualidade de frutos e alto rendimento de polpa, podendo ser consumidas in natura ou processadas, pois têm um elevado teor de sólidos solúveis totais, com alto potencial de lançamento para competir com ‘Tommy Atkins’ no mercado.

A elevada porcentagem de marcadores polimórficos RAPD e ISSR demonstra a alta variabilidade genética entre as cultivares e híbridos elite de manga obtidos pelo programa de melhoramento genético realizado na Embrapa. Estes genótipos também estão sendo avaliados no Ensaio Nacional de Cultivares da Embrapa para a validação do desempenho agronômico em condições comerciais.

As estimativas de distâncias genéticas entre os genótipos elite de manga obtidas neste trabalho foram semelhantes às estimativas relatadas por Faleiro et al. (2010), que utilizaram marcadores RAPD para

caracterizar 28 acessos de mangueira do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Cerrados, os quais são utilizados como genitores no programa de melhoramento da mangueira na Embrapa.

Os resultados observados no presente estudo evidenciaram a variabilidade existente entre as cultivares e híbridos elite, desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético da mangueira na Embrapa. Estes genótipos podem ser utilizados efetivamente nos programas de melhoramento da cultura como fonte de variabilidade e também apresentam grande potencial para a ampliação da base genética das atuais cultivares plantadas comercialmente, as quais podem ser uma alternativa para a diversificação dos pomares de manga no Brasil.

Conclusão

Os marcadores moleculares RAPD e ISSR são úteis e complementares para o estudo de variabilidade genética das cultivares e híbridos elite de mangueira. Com o uso dos marcadores moleculares é possível observar a dissimilaridade entre as cultivares e híbridos de mangueira analisados neste trabalho, os quais apresentam potencial para o mercado nacional de manga, para diminuir a vulnerabilidade existente nos pomares comerciais.

A caracterização genético-molecular é importante para o programa de melhoramento genético da mangueira, uma vez que vai complementar os estudos de caracterização agronômica que vão subsidiar o lançamento de novas cultivares e também o uso de novos genitores na base de cruzamentos do programa.

Literatura Citada

- ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. 2016. Gazeta, Santa Cruz, Rio Grande do Sul. 17p.
- BRETTELL, R. I. S. et al. 2004. Inheritance of fruit characters in hybrid mangoes produced through controlled pollination. *Acta Horticulturae* 645 (91): 319-326.
- CRUZ, C. D. 2013. Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy (Brasil)* 35 (3):271-276.
- DUVAL, M. F. et al. 2005. Development of microsatellite markers for mango (*Mangifera indica L.*). *Molecular Ecology Notes* 5(4):824-826.
- FALEIRO, F. G. et al. 2003. Metodologia para operacionalizar a extração de DNA de espécies nativas do cerrado. Planaltina, DF, Embrapa Cerrados. Comunicado Técnico, n.92.
- FALEIRO, F. G. et al. 2010. Fingerprinting analysis of mango (*Mangifera indica L.*) cultivars introduced in Brazil using RAPD markers. *Acta Horticulturae* 864(91):127-132.
- FALEIRO, F. G. 2011. Aplicações de marcadores moleculares como ferramenta auxiliar em programas de conservação, caracterização e uso de germoplasma e melhoramento genético vegetal. In: Faleiro, F. G.; Andrade, S. R. M.; Reis Jr, F. B. eds. Biotecnologia: estado da arte e aplicações na agropecuária. Planaltina, DF, Embrapa Cerrados. pp.55-118.
- HUMAN, C. F.; RHEEDER, S.; SIPPEL, A. D. 2009. New cultivars and hybrid selections from the Mango Breeding Program of the Agricultural Research Council in South Africa. *Acta Horticulturae* 820(91):119-126.
- ORDON, F.; SCHIEMANN, A.; FRIEDT, W. 1997. Assessment of the genetic relatedness of barley accessions (*Hordeum vulgares L.*) resistant to soil borne mosaic inducing virus (BaMMV, BaYMV, BaYMV-2) using RAPDs. *Theoretical and Applied Genetics* 94:325-330.
- PINTO, A. C. de Q. 1996. Melhoramento da mangueira (*Mangifera indica L.*) no ecossistema dos Cerrados do Brasil Central por meio da hibridação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 30(3):369-374.
- PINTO, A. C. Q. et al. 2009. Performance of Seven New Mango (*Mangifera indica L.*) Hybrid Selections at the Central Region of Brazil. *Acta Horticulturae* 1(91):137-145.
- RAVISHANKAR, K. V. et al. 2015. Genetic diversity and population structure analyses of mango (*Mangifera indica L.*) cultivars assessed by microsatellite markers. *Trees* 29(1):775-783.
- RAVISHANKAR, K. V. et al. 2011. Development of new microsatellite markers from mango (*Mangifera indica L.*) and cross-species amplification. *American Journal of Botany* 98(1):96-99.
- ROCHA, A. et al. 2012. Genetic Diversity of 'Ubá' Mango Tree Using ISSR Markers. *Molecular Biotechnology* 50(2):108-113.
- ROSSETTO, C. J. et al. 1996. Mango breeding for resistance to diseases and pests. *Acta Horticulturae* 455(95):299-304.
- SANTOS, C. A. F. et al. 2008. Similaridade genética de acessos de mangueira de diferentes origens geográficas avaliadas por marcadores AFLP. *Revista Brasileira de Fruticultura* 30(3):736-740.
- SAS INSTITUTE. 2004. SAS user's guide: statistic: version 9.1.3. Cary, SAS Institute, (USA). 846p.
- STATSOFT, INC. 2005. Statistica for Windows (data analysis software system), version 7.1. Statsoft, Tulsa, Oklahoma (USA).

- SOUZA, J. da S. et al. 2002. Aspectos socioeconômicos. In: Genú, P. J. de C.; Pinto, A. C.de Q. eds. A cultura da mangueira. Brasília, DF, Embrapa Informação Tecnológica. pp.33-35.
- TODOROVSKA, E.; TRIFONOVA, A.; ATANASSOV, A. 2003. Genetic diversity among elite Bulgarian barley varieties evaluated by RFLP and RAPD markers. *Euphytica* 129(3):325-336.



PRODUTIVIDADE DA MELANCIEIRA SOB IRRIGAÇÃO DEFICITÁRIA, EM DIFERENTES COBERTURAS DE SOLO, UTILIZANDO O MODELO ISAREG

Kleiton Rocha Saraiva¹, Thales Vinícius de Araújo Viana², Solerne Caminha Costa³, Francisco Marcus Lima Bezerra², Francisco de Souza² e Raimundo Reginaldo da Costa³

¹Instituto Federal do Piauí - IFPI, Campus Campo Maior, Localidade Fazendinha S/N, 64280-000, Campo Maior, Piauí, Brasil, kleiton.rocha@ifpi.edu.br. ²Universidade Federal do Ceará -UFC. Departamento de Engenharia Agrícola, bloco 804, S/N, Campus do Pici, 60455-760, Fortaleza, Ceará, Brasil; thales@ufc.br; mbezerra@ufc.br; titicoviola@gmail.com. ³Instituto Federal do Ceará-IFCE, Campus Limoeiro do Norte, Rua Estevão Remígio de Freitas, 1145, Monsenhor Otávio, 62930-000, Limoeiro do Norte, Ceará, Brasil, solernecosta@gmail.com; regis_dacosta@yahoo.com.br.

Compararam-se as proposições de irrigação geradas a partir do ISAREG com o manejo de irrigação adotado pelos irrigantes, avaliando e analisando a umidade do solo e a produtividade da melancia, sob as diferentes irrigações e coberturas no solo; e, os efeitos da interação das variáveis. O experimento foi conduzido sob delineamento em blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas e com 4 repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de 04 proposições de irrigação (três do ISAREG: M1 = manutenção de 100% da CAD; M2 de 80% e M3 de 60%; e M4, lâmina modal) e 04 sub-parcelas, sendo 03 condições de cobertura no solo (coberturas com casca de arroz, com “mulching” branco e com “mulching” preto, denominadas C1, C2 e C3), e a sub-parcela 4, o solo sem cobertura (C0). Foram analisadas a umidade do solo e a produtividade da cultura. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e quando significativos, à regressão, a teste de médias e a gráficos de tendência. Maiores umidades no solo foram verificadas nas condições experimentais com maiores lâminas, com coberturas de casca de arroz e “mulching” branco; as menores foram verificadas nos solos sem cobertura; e M1C1 e M1C2 demonstraram as maiores produtividades.

Palavras-chave: irrigação com déficit, software, *Citrullus lanatus*, convivência com o semiárido.

Watermelon productivity under deficitary irrigation, in different covering, using the ISAREG model. Irrigation propositions generated from ISAREG were compared with the irrigation management adopted by irrigators, evaluating and analyzing soil moisture and watermelon productivity, under different irrigations and coverings in the soil; and, the effects of the interaction of the variables. The experiment was conducted under a randomized complete block design, with subdivided plots and 4 replicates. The treatments consisted of the combination of 04 irrigation propositions (three from ISAREG: M1 = maintenance of 100% of CAD, M2 of 80% and M3 of 60%, and M4, modal blade) and 04 subplots, with 03 conditions of soil cover (cover with rice husk, white mulching and black mulching, called C1, C2 and C3), and subplot 4, soil with no cover (C0). Soil moisture and crop productivity were analyzed. The results were submitted to analysis of variance, and when significant, to the regression, the means test and the trend graphs. Higher soil moisture levels were observed in the experimental conditions with larger blades, with rice husks and white mulching; the lowest were verified in soils without cover; and M1C1 and M1C2 showed the highest yields.

Key words: Irrigation with déficit, software, *Citrullus lanatus*, living with the semi-arid.

Introdução

Uma crescente escassez de água devido ao aumento populacional e ao desenvolvimento econômico está ampliando os desafios para a agricultura, perdulária no seu uso, necessitando-se que se encontrem novas soluções para a gestão dos recursos hídricos, principalmente onde a água é limitada. A população do semiárido tem convivido com períodos de seca prolongada que afetam as atividades agropecuárias e dificultam a melhoria das condições de vida (Pereira e Cuellar, 2015).

Além disso, no semiárido do Nordeste do Brasil predominantemente ainda não se realiza o correto manejo da irrigação. Como resultado, além das baixas produtividades, normalmente se aplica mais água do que as culturas necessitam.

Uma das alternativas para se evitar o desperdício do recurso hídrico é a utilização de softwares usados no manejo da irrigação que calculam os requerimentos de água a partir de dados do clima, do solo e da cultura (Pereira, 2004). Como exemplo, tem-se o modelo ISAREG, desenvolvido no Instituto Superior de Agronomia, em Portugal.

Outra maneira de se reduzir o uso do recurso hídrico na agricultura é através da utilização de cobertura no solo, que é uma tecnologia simples e cujos benefícios sobre a produtividade das culturas são irrefutáveis. Inclusive, vários pesquisadores vêm investigando os efeitos das coberturas sob a produção de várias culturas (Dantas et al., 2011; Santos et al., 2012). Além disso, a interação entre estas tecnologias pode possibilitar aumento da produtividade agrícola com redução de uso do recurso hídrico.

A pesquisa objetivou comparar as proposições de irrigação geradas a partir do ISAREG com o manejo de irrigação modal, atualmente, adotado pelos irrigantes do DIJA, avaliando e analisando a umidade do solo e a produtividade da cultura da melancia *citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum & Nakai), sob as diferentes proposições de irrigação e condições de cobertura do solo; e, os efeitos dessa interação na economia do recurso hídrico.

Material e Métodos

A pesquisa foi realizada na UEP (Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão) do Instituto Federal de

Educação, Ciência e Tecnologia - IFCE, em Limoeiro do Norte-Ceará ($05^{\circ}06'38''$ S; $37^{\circ}52'21''$ W; 145,95 m), no Distrito de irrigação Jaguaribe - Apodi, DIJA. O clima local é do tipo BSw'h', semiárido, segundo a classificação climática de Köppen (1981-2005, Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS).

Durante o processo de simulação do “software ISAREG”, o mesmo foi “alimentado” com dados oriundos de pesquisas locais, das seguintes variáveis: dados físicos do solo; fases fenológicas da cultura, bem definidas; fator de disponibilidade de água (f) e profundidade efetiva do sistema radicular (Z), ambas a cada fase fenológica. Também, o modelo necessitou de dados sobre o manejo da irrigação, em que 3 (três) foram calculados pelo ISAREG (Irrigação com déficit – 60% e 80% da CAD; e, 100% da CAD) e o outro constou da lâmina média de $6,3 \text{ mm.dia}^{-1}$, durante o ciclo da melancia, praticada pelo irrigante do DIJA.

Realizou-se o experimento, sob delineamento em blocos completos ao acaso, com parcelas subdivididas e com 4 repetições ($4 \times 4 \times 4$, totalizando 64 sub-parcelas). Os tratamentos consistiram da combinação de 4 proposições de irrigação (três proposições do ISAREG e o manejo modal dos produtores denominadas M1, M2, M3 e M4), que constituíram as parcelas, e 4 sub-parcelas, sendo 3 condições de cobertura do solo (com casca de arroz, com “mulching” branco e com “mulching” preto, denominadas C1, C2 e C3), e a sub-parcela 4, o solo sem cobertura (testemunha), denominado C0.

As proposições do ISAREG foram: M1, o manejo ótimo de irrigação (lâmina proposta para a manutenção diária do solo na sua capacidade máxima de armazenamento, 100% da CAD (365,2 mm), sem percolação, para um solo sem cobertura); M2, proposição de lâmina diária para manutenção do armazenamento de água do solo, sem cobertura, em torno de 80% da CAD; M3, proposição de lâmina diária para manutenção do armazenamento do solo sem cobertura, em torno de 60% da CAD; e o tratamento M4 representou a lâmina modal diária utilizada pelos irrigantes locais de $6,3 \text{ mm dia}^{-1}$, durante o ciclo da melancia, praticada pelo irrigante do DIJA.

No tratamento (C1), utilizou-se a casca de arroz, pela mesma ser bastante abundante na região. A cobertura apresentou cerca de 2 cm de altura, com área

de 0,5 m² em torno da planta, perfazendo aproximadamente 10 litros por planta.

A cultura foi plantada no espaçamento 2,0 m x 0,5 m, sendo que cada sub-parcela consistiu de 6 plantas, perfazendo 6,0 m² (2,0 m x 3,0 m). A área onde foram feitas as determinações (área útil por sub-parcela) compreendeu a área ocupada pelas 4 plantas do centro da fileira. Houve uma linha de bordadura entre as linhas com tratamento, perfazendo nove linhas (9 x 2,0 m = 18,0 m de largura). Cada bloco teve quatro sub-parcelas por tratamento, perfazendo 216,0 m² (18,0 m x 12,0 m). A área total do experimento foi de 864,0 m² (18,0 m x 48,0 m).

A semeadura foi realizada em bandejas de isopor, com 128 células, com substrato comercial, isso de acordo com o número necessário de plantas que precisaram ser transplantadas. Já o transplante ocorreu uma semana após a semeadura.

De acordo com os resultados das análises de solo foram recomendadas as quantidades dos adubos químicos, visando suprir as necessidades da cultura, em macro e micronutrientes. No entanto, para a determinação da frequência de aplicação da fertirrigação, tomou-se como base a pesquisa realizada por Fernandes et al. (2014). Os adubos foram aplicados via fertirrigação, iniciando-se no dia do transplante e finalizando-se aos 50 DAT (dias após o transplante). Os produtos comerciais utilizados foram uréia (N), cloreto de potássio branco (K₂O), ácido fosfórico (P₂O₅), sulfato de enxofre (S) e ácido bórico (B), nas seguintes quantidades, durante todo o ciclo: 22,98 Kg, 43,26 Kg, 38,00 L, 1,7 Kg, 0,85 Kg, respectivamente.

A colheita foi realizada quando os frutos atingiram o ponto de maturação fisiológica, com °Brix mínimo em torno de 8°, determinado em campo com refratômetro portátil manual. As colheitas periódicas foram feitas em intervalo de cinco dias, tendo inicio aos 67 DAT. Foram realizadas 2 colheitas, tendo sido considerados frutos comerciais aqueles com peso acima de 0,80 kg, formato normal e não estragados.

A cultura foi irrigada por um sistema localizado, tipo gotejamento, com uma linha de gotejadores por fileira de plantas. Os gotejadores foram do tipo autocompensante, com vazão média de 2,3 L h⁻¹, para uma pressão de serviço de 300 kPa. As irrigações foram realizadas diariamente, durante todo o ciclo da melancia.

As quantidades diárias de água aplicadas seguiram as proposições de irrigação (Li) elaboradas através do

ISAREG e o manejo modal adotado pelos irrigantes do DIJA, conforme os tratamentos adotados. Os dados de evapotranspiração da cultura (ETc) fornecido ao modelo foram obtidos através de experimentos locais, pela metodologia do balanço hídrico no solo; e a ET₀ foi estimada por Penman – Monteith/FAO, descrita por Allen et al. (1998), com dados de varáveis climatológicas locais. O coeficiente cultural (K_c) foi obtido pela razão entre as duas variáveis supracitadas.

O tempo de irrigação utilizado diariamente foi calculado a partir da lâmina de irrigação proposta para cada tratamento, em conformidade com a equação 1:

$$T_i = \frac{L_i * E_L * E_g * F_c}{Ei * q_g} \quad (1)$$

em que,

T_i é o tempo de irrigação, em h; L_i é a lâmina de irrigação proposta no tratamento pelo ISAREG; E_L é o espaçamento entre linhas de irrigação, 2,0 m; E_g é o espaçamento entre gotejadores, 0,5 m; F_c é o fator de cobertura do solo, adimensional; E_i é a eficiência de irrigação, adimensional (0,95); q_g é a vazão do gotejador (2,3 L h⁻¹).

Para a utilização do fator de cobertura (F_c) do ciclo da melancia, que representa a relação entre a área molhada e a área ocupada pela cultura, seguiu-se a recomendação de Bernardo et al. (2008), quando o mesmo afirmou que o F_c deve ser de no mínimo 33% (0,33) quando se trata de regiões áridas e semiáridas. Também, foram utilizados os resultados de Miranda et al. (2004).

Ademais, foram instalados tensímetros de 20 cm de profundidade, com o objetivo de acompanhar a umidade no solo na profundidade média da zona efetiva do sistema radicular da melancia.

As seguintes variáveis foram analisadas: condições da umidade do solo, em que a partir das leituras dos tensímetros, instalados a uma profundidade de 20 cm, em cada uma das combinações (lâmina versus cobertura), analisou-se a umidade do solo, visando avaliar a influência da quantidade de água aplicada e do tipo de cobertura ao solo, nessa variável; e a produtividade média, que foi obtida através da função entre o peso médio dos frutos, o número de frutos por planta e a área do experimento (864 m²), com posterior extração para a área de 10.000 m² (1 ha).

Os dados resultantes das características analisadas e suas interações foram submetidos à análise de variância; quando significativos pelo teste F, os dados foram submetidos ao teste de médias de Tukey, a 1% (**) e 5% (*) de probabilidade. Ademais foram elaborados gráficos de tendência (interação entre os fatores).

Resultado e Discussão

Quanto às condições de umidade do solo, a partir da Figura 1 (A, B, C e D) é possível se analisar a variação na umidade do solo ($m^3 m^{-3}$) a uma profundidade média de 20 cm (zona média da profundidade efetiva do sistema radicular), ao longo do ciclo (10 semanas/observações) da cultura da melancia plantada no dia 01/08/2012, e irrigada com as seguintes lâminas: 208,3 mm (M3), 288,8 mm (M2), 365,2 mm (M1) e 410,0 mm (M4).

Na Figura 1A está a variação média da umidade do solo, nas unidades experimentais sem cobertura no solo (C0), e a cada manejo de irrigação (M1 – 100% da CAD, M2 – 80% da CAD, M3 – 60% da CAD e M4

– manejo do irrigante). Já nas Figuras 1B, C e D verificam-se a umidade do solo em função das lâminas com cobertura de casca de arroz, “mulching” branco e “mulching” preto, respectivamente.

Conforme fora esperado, verificou-se que à medida que se aplicou mais água, maiores foram as umidades observadas. Na lâmina M4 a umidade média foi de $0,42 m^3 m^{-3}$, ao longo das observações. Já na lâmina M3, a umidade foi de $0,32 m^3 m^{-3}$. Na condição da menor lâmina aplicada (M3) foram registradas as menores umidades, o que, fatalmente, influenciou no desenvolvimento da cultura, pois segundo Bergamaschi (1992), na medida em que diminui a umidade do solo, torna-se mais difícil às plantas absorverem água, porque aumenta a força de retenção e diminui a disponibilidade de água no solo às plantas.

Na Figura 1B, o solo da condição M4 apresentou umidade em torno de $0,43 m^3 m^{-3}$ e o M3 de $0,33 m^3 m^{-3}$. Já no M1, a umidade ficou em torno de $0,38 m^3 m^{-3}$. Essa tendência da umidade foi a mesma da condição de solo sem cobertura, mas com maiores valores. Fato, possivelmente, explicável devido à cobertura de casca de arroz, que diminui a evaporação da água aumentando a sua retenção no interior do solo.

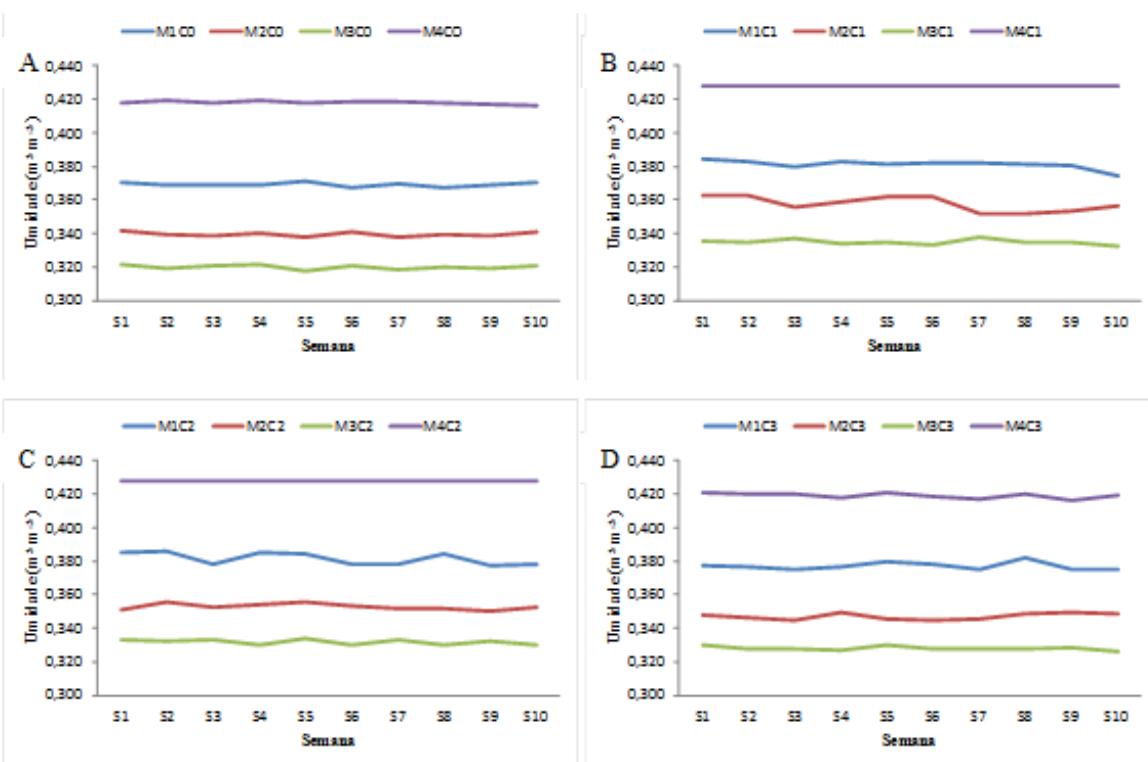


Figura 1 - Influência das lâminas de irrigação e das condições de cobertura no solo (solo desnudo (A); casca de arroz (B); “mulching” branco (C); e “mulching” preto (D)) na variação de umidade do solo, cultivado com a cultura da melancia.

Ao se analisar a Figura 1C, na condição em que o solo foi coberto por “mulching” branco, verifica-se umidades também maiores que as observadas na condição do solo sem cobertura. Inclusive, Chaves et al. (2004), investigando o efeito das coberturas e do manejo da irrigação no rendimento da alface, concluíram que a conservação da umidade no solo é uma das principais vantagens do uso das coberturas no solo. Também, na Figura 1D foram observadas as mesmas tendências das anteriores. Observação também verificada por Medeiros et al. (2007) que mencionaram eficácia da utilização do “mulching” na eliminação da evaporação direta da superfície do solo, mantendo por mais tempo a umidade no solo.

Assim, em todas as condições de cobertura foram verificadas maiores umidades, quando comparadas às condições de solo desnudo. Esse comportamento possivelmente se deve à redução de perdas de água no solo (Li et al., 2008), à diminuição do escoamento superficial (Babalola et al., 2007), ao aumento na capacidade de infiltração (Silva et al., 2006), além de melhorar a eficiência no uso da água (Chakraborty et al., 2008).

Na Figura 2A está a variação da umidade, nas unidades experimentais, com manejo de irrigação M1,

a cada cobertura sobre o solo. Nas Figuras 2B, C e D, verifica-se a análise das demais lâminas com as diferentes coberturas.

Ao se investigar a Figura 2 (A, B, C e D) foi possível se concluir que variando-se as coberturas, em uma mesma condição de lâmina, a tendência da umidade no solo é variável, quando da análise isolada de cada lâmina. Todavia, embora haja variações, há relação direta entre quantidade de lâmina aplicada e umidade no solo, com maiores umidades verificadas nas condições de solo coberto por casca de arroz e “mulching” branco.

Verifica-se que houve influência direta das coberturas nas umidades observadas, sendo que, na condição sem cobertura observou-se a menor umidade. Esse comportamento já era esperado, devido à exposição do solo à ação direta da radiação, diminuindo a água infiltrada no solo, pois Silva et al. (2006) concluíram que com o uso de coberturas no solo, ocorre uma maior quantidade de água infiltrada e a diminuição de escoamento superficial.

Situações semelhantes foram observadas nas Figuras 2B, C e D, onde em solos cobertos por casca de arroz ou cobertura plástica foram verificadas

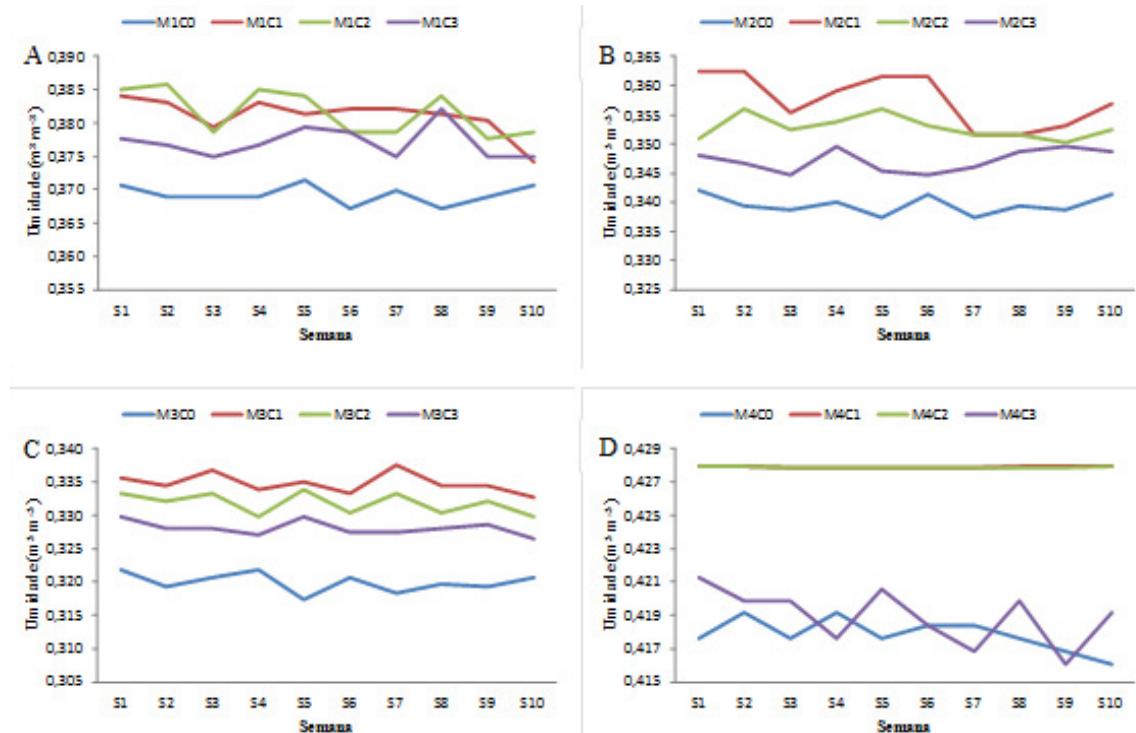


Figura 2 - Influência das condições de cobertura no solo e das lâminas de irrigação (M1 – 365,2 mm (A); M2 – 288,8 mm (B); M3 – 208,3 mm (C); e M4 – 410,0 mm (D)) na variação de umidade do solo, cultivado com a cultura da melancia.

maiores umidades no solo. Fato corroborado por Aragão et al. (2013), que em experimento com a cultura da melancia irrigada, com o uso de coberturas no solo, presumiram que o manejo da irrigação com certo nível de déficit hídrico, mas aliado ao uso de cobertura no solo, possam ter melhorado as condições de disponibilidade hídrica, favorecendo o desenvolvimento das plantas.

Já o solo sem cobertura, exposto diretamente às condições climáticas, independente da lâmina aplicada, demonstrou sempre as menores umidades, o que confirma a importância no uso das coberturas. Inclusive, Lyra et al. (2010), ao pesquisarem o conteúdo da água no solo (com e sem cobertura), observaram que em solo sem cobertura, as umidades foram inferiores às demais.

A partir da análise de variância (Tabela 1) foi verificado efeito significativo ($P < 0,01$) para a interação entre lâminas de irrigação versus coberturas no solo, para a variável produtividade média.

Quanto à investigação dos valores médios de produtividade total, observando-se a análise de regressão na Figura 3 verifica-se que as lâminas de irrigação e as coberturas no solo, promoveram efeito polinomial, sob a produtividade média da melancia.

Na análise das interações entre as lâminas de irrigação e as coberturas no solo, verifica-se que, até certa condição limiar entre M1 e M4, há um padrão de aumento da produtividade média da melancia, em relação à quantidade de água aplicada, independente do tipo de cobertura no solo. Fato também verificado por Batista et al. (2008), que analisando o déficit hídrico

na melancia, constataram maior produtividade no tratamento sem déficit. Oliveira et al. (2012), ao encontrarem resultado semelhante, afirmam que tal comportamento está associado à manutenção de teores adequados de água no solo para a cultura, possibilitando uma maior absorção de água e nutrientes, o que é responsável por uma maior proporção de fotoassimilados translocados das folhas para os órgãos reprodutivos, o que se traduz em aumento de produção.

Analizando os valores obtidos, independentemente, das coberturas, quanto maior a lâmina aplicada, até certo limite entre M1 e M4, maiores são as produtividades. Inclusive, Santos et al. (2013), investigando a influência de lâminas de irrigação na produção de melancia, constataram que há uma relação direta e positiva entre a lâmina aplicada e a produtividade de melancia.

Na condição de lâmina M1 (365,2 mm) foram verificadas maiores produtividades ($77,0 \text{ Mg ha}^{-1}$) em combinação com o solo coberto por “mulching” branco. Derivada a equação representativa da produtividade para o solo coberto com tal cobertura, observou-se ponto de produtividade máxima ($74,38 \text{ Mg ha}^{-1}$) com lâmina aplicada de 308 mm. Com resultado semelhante Ramos et al. (2009), analisando as características produtivas da melancia irrigada, chegaram a valores médios de produtividade total de $76,1 \text{ Mg ha}^{-1}$. Já Dantas et al. (2010), em pesquisa realizada em Mossoró, com a cultura da melancia irrigada e em diferentes coberturas no solo, verificou - se produtividades máxima e mínima de $93,1 \text{ Mg ha}^{-1}$ e $72,2 \text{ Mg ha}^{-1}$.

Já a menor produtividade, para a mesma lâmina M1, foi observada no solo sem cobertura ($40,2 \text{ Mg ha}^{-1}$). Medeiros et al. (2007) avaliando aspectos produtivos do melão, em função de lâminas de irrigação e coberturas no solo, em Baraúna - RN, verificaram produtividade cerca de 14% maior em solo coberto por “mulching” preto, em relação ao solo nu.

Para as lâminas M4, M2 e M3, as maiores produtividades também foram verificadas no solo coberto por “mulching” branco, alcançando $72,3 \text{ Mg ha}^{-1}$, $74,3 \text{ Mg ha}^{-1}$ e $72,3 \text{ Mg ha}^{-1}$, respectivamente. Ao se analisar esta variável, tornou-se possível verificar a relação positiva da supracitada cobertura no aumento da produtividade da cultura da melancia, cultivada no DIJA, principalmente em função da retenção de umidade. Fato corroborado por Carvalho et al. (2007), com afirmação de que redução hídrica em certas fases

Tabela 1 - Resumo da análise de variância e níveis de significância para a produtividade média (PM)

FV	GL	QM	PM
Lâminas de Irrigação (LI)	3	511,02042**	
Resíduo (a)	12	0,94094	
Coberturas (C)	3	2171,01042**	
Interação A x B	9	118,92333**	
Resíduo (b)	36	0,61455	
Total	63	-	
CV % (LI)	-	1,58	
CV % (C)	-	1,28	

FV = Fonte de variação; GL = Grau de liberdade; CV= Coeficiente de variação; * e ** = Significativo a 5%, 1%, respectivamente

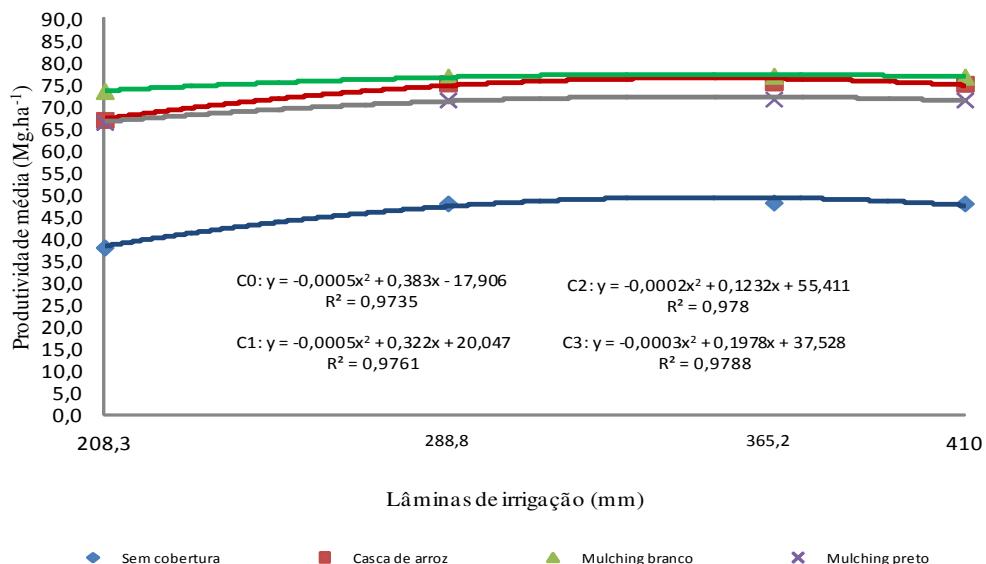


Figura 3 - Influência das lâminas de irrigação e condições de cobertura no solo, na produtividade média da cultura da melancia, durante o primeiro ciclo.

fenológicas pode contribuir substancialmente para a diminuição da produtividade da melancia.

Já com a combinação de menor lâmina e sem cobertura (M3C0) observou-se a menor produtividade, com valor de 38 Mg ha⁻¹. Esse comportamento, fatalmente, tem explicação fisiológica, pois segundo Azevedo et al. (2005) o déficit hídrico pode causar um decréscimo acentuado nas atividades fisiológicas, principalmente na divisão e no crescimento das células e, em consequência, no crescimento das plantas. Essa deficiência também pode causar o fechamento dos estômatos, diminuindo a concentração intracelular de CO₂, gerando um decréscimo na assimilação do mesmo, prejudicando a produção da cultura. Inclusive, segundo Taiz e Zeiger (2013) vários fatores podem influenciar o crescimento dos frutos, todavia, o processo de crescimento celular é função da divisão celular e da expansão das células, sendo que, para ocorrência desta, é de grande importância a presença da água.

Na análise dessa variável, com coberturas de “mulching” branco, casca de arroz e “mulching” preto, em ordem decrescente, obtiveram-se os melhores resultados, o que demonstra a vantagem técnica de se utilizar cobertura no solo no cultivo da melancia no DIJA. Corroborando, Silvernail et al. (2006) pesquisando o efeito do “mulching” nas características produtivas da melancieira, concluíram que coberturas

plásticas proporcionaram maiores produtividades, quando comparadas às outras coberturas não plásticas ou solo sem cobertura.

Coberturas do solo com filmes de polietileno têm levado ao incremento em crescimento e em produtividade em várias hortaliças (Cantu et al., 2007; Morais et al., 2008). Somado à eficiência das coberturas, as simulações no ISAREG, com cálculo de irrigação com déficit tornam-se cada vez mais eficazes no manejo da irrigação.

O ISAREG se mostrou eficiente, como estratégia nas simulações de irrigação com déficit, ficando claro que o manejo modal de irrigação, praticado pelos irrigantes, principalmente quanto ao desperdício de água, não é o ideal, pois, durante todo o ciclo da cultura da melancia ora o irrigante aplica mais água do que a planta necessita, ora menos, mas geral, aplicam demasiadamente, fato esse também verificado por Saraiva et al. (2013).

Conclusões

Os irrigantes não praticam o manejo correto da irrigação, pois se aplica, durante todo o ciclo da melancia, mais água do que a indicação de maior lâmina do ISAREG (100% da CAD); as maiores umidades no solo foram verificadas nas condições experimentais com maiores lâminas aplicadas com coberturas de casca de arroz e “mulching” branco; as menores foram

verificadas nos solos sem cobertura; em geral, as plantas irrigadas pela lâmina M1 e sobre solos cobertos por casca de arroz e “mulching” branco demonstraram as maiores produtividades.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Ceará – UFC, ao Instituto Federal do Ceará – IFCE, ao CNPq ao auxílio financeiro ao projeto de pesquisa, à CAPES pela bolsa de doutorado concedida, ao Instituto Superior de Agronomia – ISA pelo apoio técnico e científico fornecido por seus pesquisadores Luis Santos Pereira, Paula Paredes e Francisco de Souza pelo essencial apoio científico durante todas as fases do trabalho.

Literatura Citada

- ALLEN, R. G. et al. 1998. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome, FAO Irrigation and Drainage Paper, n. 56. 279p.
- ARAGÃO, C. A. et al. 2013. Avaliação de melancia cultivada no Vale do Submédio São Francisco sob diferentes manejos de água. Revista SODEBRÁS 8(91):71-76.
- AZEVEDO, B. M. de et al. 2005. Efeitos de níveis de irrigação na cultura da melancia. Revista Ciência Agronômica (Brasil) 36 (1):9-15.
- BABALOLA, O. et al. 2007. Effects of vetiver grass (*Vertiveria nigritana*) strips, vetiver grass mulch and an organomineral fertilizer on soil, water and nutrient losses and maize (*Zea mays* L.) yields. Soil and Tillage Research 96(1-2):6-18.
- BATISTA, P. F. et al. 2008. Produtividade da melancia irrigada por gotejamento submetida a diferentes espaçamentos e lâminas de irrigação. Horticultura Brasileira 26 (2):(Supl) (CD-Rom).
- BERGAMASCHI, H. 1992. Desenvolvimento de déficit hídrico em culturas. In: Bergamaschi, H. Agrometeorologia aplicada à irrigação. Porto Alegre, RS, UFRGS. pp.25-32.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. 2008. Manual de irrigação. Viçosa, MG, UFV. 625p.
- CANTU, R. R. et al. 2007. Cultivo de rúcula em túneis com diferentes tipos de cobertura e mulching. Horticultura Brasileira 25: (Supl.) (CD-Rom).
- CARVALHO, L. C. C. de; BEZERRA, F. M. L.; CARVALHO, M. A. R. de. 2007. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da melancia sem sementes. Revista Ciência Agronômica (Brasil) 39(1):53-59.
- CHAKRABORTY, D. et al. 2008. Effect of mulching on soil and plant water status, and the growth and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) in a semi-arid environment. Agricultural Water Management 95(2):1323-1334.
- CHAVES, S. W. P. et al. 2004. Rendimento de alface em função da cobertura do solo e freqüência de irrigação. Revista Caatinga (Brasil) 17:25-31.
- DANTAS, D. D. A. C.; MEDEIROS, J. F. DE.; FREIRE, A. G. 2011. Produção e qualidade do meloeiro cultivado com filmes plásticos em respostas à lâmina de irrigação. Revista Ciência Agronômica (Brasil) 42:652-661.
- DANTAS, M. S. M. et al. 2010. Rendimento e qualidade de frutos de melancia cultivada sob proteção de agrotêxtil combinado com “mulching” plástico. Dissertação de Mestrado. Mossoró, RN. 51p.
- FERNANDES, C. N. V. et al. 2014. Frequências de fertirrigação nitrogenada e fosfatada na rentabilidade econômica da melancia. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada 8(3): 270-279.
- LI, Q. et al. 2008. Effects of irrigation and straw mulching on microclimate characteristics and water use efficiency of winter wheat in North China. Plant Production Science 11 (2):161-170.
- LYRA, G. B. et al. 2010. Conteúdo de água no solo em cultivo de milho sem e com cobertura morta na entrelinha na região de Arapiraca-AL. Irriga (Brasil) 15(2):173-183.
- MEDEIROS, J. F. et al. 2007. Produção de melão Cantaloupe influenciado por coberturas do solo, agrotêxtil e lâminas de irrigação. Horticultura Brasileira 25(4): 538-543.
- MIRANDA, F. R.; OLIVEIRA, J. J. G.; SOUZA, F. 2004. Evapotranspiração máxima e coeficientes de cultivo para a cultura da melancia irrigada por gotejamento. Revista Ciência Agronômica (Brasil) 35(1):36-43.
- MORAIS, N. B. et al. 2008. Respostas de plantas de melancia cultivadas sob diferentes níveis de água e de nitrogênio. Revista Ciência Agronômica (Brasil) 39(3):369-377.
- OLIVEIRA, P. G. F. et al. 2012. Eficiência de uso dos fatores de produção água e potássio na cultura da melancia irrigada com água de reuso. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental (Brasil)16 (2):153-158.
- PEREIRA, L. S. 2004. Necessidades de água e métodos de rega. Lisboa, Portugal, Publicado na Europa e América. 300p.
- PEREIRA, G. R.; CUELLAR, M. D. Z. 2015. Conflitos pela água em tempos de seca no Baixo Jaguaribe, Estado do Ceará. Estudos Avançados (Brasil) 2(84):115-137.
- RAMOS, A. R. P.; DIAS, R. de C. S.; ARAGÃO, C. A. 2009. Qualidade de frutos de melancia sob diferentes densidades de plantio. Horticultura Brasileira 27(2):S2182-S2188.
- SANTOS, S. S. et al. 2012. Produção de cebola orgânica em função do uso de cobertura morta e torta de mamona. Horticultura Brasileira 30:549-552.
- SANTOS, G. R. et al. 2013. Manejo da adubação potássica e da irrigação no progresso de doenças fúngicas e produtividade da melancia. Horticultura Brasileira 31:36-44.
- SARAIVA, K. R. et al. 2013. Aplicação do “ISAREG” no manejo da irrigação na cultura da melancia no Baixo Acaraú, Ceará. Revista Ciência Agronômica (Brasil) 44(1):53-60.
- SILVA, F. A. M. et al. 2006. Dinâmica da água nas palhadas de milho, milheto e soja, utilizadas em plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira 41(5):717-724.
- SILVERNAIL, A.; BOMFORD, M.; HARVEY, B. 2006. Alternatives to plastic mulch for organic watermelon production. Kentucky Academy of Science Meeting, Agricultural Sciences Section.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2013. Fisiologia vegetal. Porto Alegre, RS, Artmed. 918p.

DESEMPENHO DE CULTIVARES DE TARO (*Colocasia esculenta*) NO OUTONO/ INVERNO EM REGIÃO DE CLIMA QUENTE

**Marcelo Rodrigo Krause*, João Nacir Colombo, Letícia Marim Altoé, Marcelino Krause Ianke,
Antonio Fernando de Souza.**

Instituto Federal do Espírito Santo - Campus Santa Teresa; Rodovia ES-080, km 93, s/n - 29660-000 - São João de
Petrópolis, Santa Teresa - ES.

*Autor para correspondência: agro.krause@gmail.com

O taro (*Colocasia esculenta* L.) é uma cultura rústica que se adapta nas mais variadas condições climáticas. Objetivou-se avaliar o desempenho de cultivares de taro em região de clima quente, com plantio no período de outono-inverno. O experimento foi desenvolvido no setor de Olericultura do IFES - Campus Santa Teresa - ES, no período de maio/2015 a fevereiro/2016. Os tratamentos consistiram em quatro cultivares de taro: ‘São Bento’; ‘Chinês’; ‘Japonês’ e ‘1B’. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com cinco repetições. Foram avaliados o índice de velocidade de brotação; altura de plantas; área foliar; massa fresca da parte aérea; produtividade e número por planta de rizomas grande, médio, pequeno, refugo e comercial; produtividade de rizoma mãe. A cultivar ‘São Bento’ apresentou maior velocidade de brotação e para área foliar apenas a cultivar ‘1B’ apresenta comportamento linear. Não houve diferença significativa entre as cultivares para produtividade de rizomas comerciais, entretanto, a cultivar ‘São Bento’ destaca-se na produção de rizoma grande e maior velocidade de brotação quando comparado com as cultivares ‘Chinês’ e ‘Japonês’, podendo esta ser a mais indicada para o cultivo nessas condições.

Palavras-chave: inhame, tuberosa tropical, entressafra, redução de ciclo.

Performance of taro cultivars (*Colocasia esculenta*) in fall / winter hot climate region. The taro (*Colocasia esculenta* L.) is a rustic crop that can adapt in the most varied climatic conditions. Objectived evaluate the performance of four cultivars of taro cultivated in a predominantly hot fall / winter climate region. The objective of this study was to evaluate the performance of taro cultivars in the hot climate region, with planting in the autumn-winter period. The experiment it was developed in the sector of Olericultura of IFES - Campus Santa Teresa - ES, from May/2015 to February/2016. The treatments consisted in the use of taro cultivars: São Bento; Chinês; Japonês and 1B. The experimental design was randomized blocks, with five replications. The velocity of budburst was evaluated; plant height; leaf area; shoot fresh matter; productivity number per comel plant, large, medium, small, discard and commercial; corm productivity. The cultivar São Bento showed higher shoot speed and for leaf area only the cultivar 1B presented linear behavior. There was no significant difference between the cultivars for productivity of commercial comel large, however, the cultivar São Bento stands out in the production of large rhizomes and higher sprouting speed when compared to the cultivars Chinês and Japonês, which may be the most suitable for cultivation under these conditions.

Key words: Yam, tropical tuberous, off-season, reduction of cycle.

Introdução

O taro (*Colocasia esculenta* L. Schott), também conhecido por inhame no centro-sul do Brasil (Pedralli et al., 2002), é considerado como principal hortaliça da família Araceae. Em termos de volume produzido, no mundo, ocupa o quarto lugar dentre as tuberosas tropicais exploradas, vindo após a mandioca (*Manihot esculenta*), batata doce (*Ipomoea batatas*) e inhame (*Dioscorea* spp.). No Brasil, o estado de Minas Gerais é o maior produtor (MAPA, 2010). A região Sudeste teve grande participação na oferta do taro no Brasil, disponibilizando nas centrais de abastecimento 94% deste produto no período de 2008 a 2013 (CONAB, 2014).

É uma espécie tropical que apresenta crescimento ótimo na faixa de temperatura de 21 a 27°C, com o crescimento afetado por temperaturas abaixo de 18°C (Puiatti, 2002; Puiatti e Pereira, 2007). Essa exigência faz com que a época de cultivo e o ciclo cultural seja variável com as condições climáticas de cada região. Em regiões frias o ciclo cultural é de cerca de nove meses e o plantio é feito nos meses de julho a outubro (Juliatti et al., 2002; Puiatti, 2002). Nas regiões quentes a cultura pode ser cultivada durante todo o ano, com a vantagem de produzir com menor ciclo cultural, cerca de sete meses.

Embora em regiões de clima quente o cultivo do taro possa ser realizado durante todo ao ano, ele é pouco explorado nessas localidades, provavelmente pela falta de conhecimento sobre cultivares adaptadas para essa condição climática. Entretanto, por possibilitar o cultivo durante o ano todo, torna-se possível nessas regiões o cultivo na entressafra, possibilitando aos produtores aumento da renda, uma vez que devido à baixa oferta, maior valor comercial dos rizomas poderá ser alcançado.

A propagação do taro é exclusivamente vegetativa, utilizando os rizomas nos plantios comerciais (Puiatti, 2002). Essa particularidade faz com que tenha poucas opções de cultivares disponíveis para propagação e ainda, poucas pesquisas sobre cultivares adaptadas nas mais diversas estações do ano e condições climáticas do Brasil. Nas regiões do Rio Doce, no município de Inhapim e na região de Juiz de Fora, estado de Minas Gerais são cultivadas as cultivares ‘Japonês’, ‘Chinês’ e ‘Macaquinha’ e, no estado do Rio de Janeiro,

especialmente na Região Serrana Fluminense, as cultivares ‘Chinês’, ‘Japonês’, ‘Branco’, ‘Rosa’ e ‘Roxo’ (Heredia Zárate et al., 2009). No Espírito Santo, especialmente na Região Serrana a cultivar de taro ‘São Bento’ é a mais produtiva (Carmo e Puiatti, 2004). Vale ressaltar que a maioria dos cultivos situam-se em regiões de altitude elevada com clima predominante frio no inverno.

Dentre as diversas cultivares de taro existentes, no estado do Espírito Santo a cultivar “São Bento” apresenta-se como a mais produtiva (Carmo e Puiatti, 2004), sendo esta tendo sido selecionada no município de Alfredo Chaves – ES. A cultivar chinês é a mais cultivada no estado (INCAPER, 2008), enquanto a cultivar 1B quando cultivada apresenta produtividade de rizomas comerciais e extras (> 100 g) superior à chinês (Carmo e Puiatti, 2004). A cultivar japonês, apesar de ser pouco cultivada no Espírito Santo, merece destaque por alcançar altas produtividades quando cultivada em outras regiões: 41,69 t ha⁻¹ de rizomas comerciais, quando cultivada a pleno sol em Viçosa - MG (Gondim et al., 2007); 39,08 t ha⁻¹ de rizomas comerciais em Dourados – MS (Heredia Zarate et al., 2009).

Devido ser originário dos trópicos úmidos (Heredia Zárate et al., 2005), acredita-se que o taro possa ser cultivado em regiões com temperaturas mais elevadas e de menor altitude, comparadas às que tradicionalmente é cultivado no Espírito Santo, podendo ser uma alternativa para a normalização do abastecimento no período de entressafra. Entretanto, são necessárias informações acerca das cultivares adaptadas para essas condições climáticas. Portanto, objetivou-se avaliar o desempenho de cultivares de taro em região de clima quente, com plantio no período de outono-inverno.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no setor de Olericultura do IFES - Campus Santa Teresa, localizado na região Centro – Serrana do estado do Espírito Santo. O local apresenta altitude de 160 m, latitude de 19°48' Sul e longitude 40°40' Oeste. O solo é classificado como argissolo e a precipitação pluviométrica é de aproximadamente 1000 mm/ano. Durante a execução da pesquisa foi registrado uma

precipitação de 113 mm, umidade relativa do ar 77% e temperaturas médias que variaram de 21,8° a 26,7°C.

Os tratamentos consistiram no uso de quatro cultivares de taro, sendo ‘São Bento’; ‘Chinês’; ‘Japonês’; ‘1B’ (conhecido em algumas regiões também por ‘Macaquinho’). O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com cinco repetições. Cada tratamento foi representado nos blocos por parcelas contendo três fileiras de cinco metros de comprimento, com espaçamento de 0,3 m entre plantas e 0,9 m entre linhas. Desta forma, em cada unidade experimental foram cultivadas 45 plantas. Foram consideradas úteis as plantas da fileira central excetuando-se as das extremidades.

O preparo do solo consistiu em uma aração com posterior gradagem. Foram abertos sulcos de acordo com espaçamento adotado e com 0,30 m de profundidade. A adubação foi realizada de acordo com resultados da análise de solo e a exigência da cultura, seguindo as recomendações do Manual de Adubação e Calagem do ES - 5^a aproximação (Prezzotti et al., 2007).

O plantio foi realizado em maio de 2015 sendo utilizados os rizomas médios, com massa média de aproximadamente 60 gramas, colocados nos sulcos e cobertos por uma fina camada de solo. Durante a condução do experimento as irrigações foram realizadas, quando necessário, por microaspersão e para o controle do mato foram realizadas quatro capinas. Aos 60 dias após o plantio (DAP) foi realizada a amontoa.

Durante o desenvolvimento da cultura, foram avaliadas as seguintes variáveis: índice de velocidade de brotação (IVB); altura de plantas (AP) e área foliar (AF). O IVB foi determinado pela contagem diária das plântulas brotadas, empregando a fórmula modificada de Maguire (1962), utilizada por Lins et al. (2006).

A avaliação da altura das plantas iniciou em agosto de 2015 (85 DAP), sendo realizadas a cada 25 dias até aos 210 DAP. Foram avaliadas a cada 25 dias quatro plantas da fileira central de cada unidade experimental. A medição foi realizada com uma fita métrica, medindo-se do nível do solo até a inserção do pecíolo no limbo da folha mais alta. A altura média das plantas foi obtida a partir da média aritmética dos valores das quatro plantas avaliadas.

Concomitantemente à avaliação da altura de plantas, foi determinada a área foliar das mesmas. Em cada avaliação foram retiradas todas as folhas de duas

plantas por unidade experimental e levadas ao Laboratório de Solos e Meio Ambiente do Ifes *Campus Santa Teresa*, onde, após destacados seus pecíolos, foi aferido a massa fresca do limbo da planta. Para cada limbo foram retirados três moldes de área conhecida ($1,846 \times 10^{-3}$ m²) em pontos diferentes dos vértices e determinada a massa destes em balança analítica. Por meio de uma média aritmética, obteve-se a massa de matéria fresca de limbo e dos moldes por planta. Multiplicando-se o número de moldes por planta, pela área de cada molde obteve-se a área total dos moldes. Conhecendo-se a área e a massa de matéria fresca de moldes por planta, bem como a massa de matéria fresca de limbo, calculou-se a área foliar de cada planta.

A colheita foi realizada no dia 11 de fevereiro de 2016 (265 DAP), quando mais de 50% das folhas das plantas das diferentes parcelas apresentavam sintomas de senescênci (ponto de colheita da cultura). Foram colhidas oito plantas da área útil de cada unidade experimental, sendo avaliadas as seguintes variáveis: massa de matéria fresca da parte aérea da planta mãe e dos rizomas filhos; produtividade de rizoma mãe; produtividade e número por planta de rizomas, classificados pelo diâmetro transversal, conforme metodologia de Puiatti et al. (1990), nas classes grande (> 47 mm), médio (40-47 mm), pequeno (33-40 mm) e refugo (< 33 mm); produtividade comercial de rizomas filho. Foram considerados como comerciais o somatório das classes de rizomas filho grande, médio e pequeno.

Os dados obtidos na colheita e o IVB foram submetidos à análise de variância sendo as médias dos tratamentos comparadas entre si pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para as épocas de avaliação de altura de planta, área foliar, foi realizada a análise de regressão simples sendo os modelos escolhidos com base na significância do coeficiente de regressão e no valor do coeficiente de determinação.

Todas as análises foram realizadas por meio do programa estatístico Sisvar 5.6 (Ferreira, 2011).

Resultados e Discussão

Houve diferença entre as cultivares para o índice de velocidade de brotação ($P < 0,05$). A cultivar São Bento apresentou resultados superiores às demais e estas foram semelhantes entre si (Tabela 1).

Tabela 1 - Massa fresca da parte aérea ($t\ ha^{-1}$) e índice de velocidade de brotação de taro em função de quatro diferentes cultivares

Cultivar				
'São Bento'	'Chinês'	'Japonês'	'1B'	C.V. (%)
Índice de velocidade de brotação				
0,383a	0,287b	0,296b	0,263b	13,07
Massa fresca da parte aérea ($t\ ha^{-1}$)				
22,40a	19,31a	20,13a	15,47a	46,00

Médias, na linha, seguidas das mesmas letras são estatisticamente iguais pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A superioridade da cultivar 'São Bento' em relação às demais, quando avaliada a velocidade de brotação, provavelmente pode estar relacionada com a adaptação dessa cultivar às condições de temperaturas amenas, em média 20-22 °C, sendo originada da região de maiores altitudes do Estado do Espírito Santo. A velocidade de brotação é de fundamental importância no cultivo dessa olerícola, uma vez que acelerando o processo de brotação, menor será o custo de mão de obra com capinas, pois, as plantas de taro sobressairão sobre as plantas invasoras, diminuindo a luminosidade no interior do dossel e reduzindo a matocompetição (Balbinot Júnior e Fleck, 2005). Temperaturas amenas, mantém as plantas em crescimento mínimo, pois o frio reduz o metabolismo da planta, incluindo alterações no conteúdo e ação das enzimas e na composição e funcionamento das membranas celulares (Arrigoni-Blank et al., 2014), assim cultivares menos adaptadas irão necessitar de tempo maior para sua brotação e desenvolvimento inicial.

Os valores de massa fresca de parte aérea não apresentaram diferença entre as cultivares (Tabela 1). Possivelmente, no momento da colheita as plantas já encontravam-se em estágio final de senescência e já teriam perdido a maioria das folhas, o que acontece durante essa fase, onde os fotoassimilados são translocados da parte aérea para a formação de rizomas (Heredia Zárate, Vieira e Facco, 2008). Resultado distinto foi encontrado por Heredia Zárate et al. (2009), que ao avaliarem a produção e renda bruta de quatro cultivares de taro cultivados em Dourados, estado do Mato Grosso do Sul, observaram que a massa fresca de parte aérea das plantas da cultivar 'Chinês' e 'Cascudo' foram superiores ao 'Macaquinho' e semelhante ao 'Japonês'.

Nas Figura 1A e 1B apresentam-se, respectivamente, a altura de planta (cm) e a área foliar (m^2) das quatro cultivares de taro avaliadas nesse trabalho. De acordo com a análise de regressão verifica-se que para altura de planta as cultivares apresentaram crescimento até os 210 DAP. Para área foliar, as cultivares 'São Bento', 'Japonês' e 'Chinês' aumentaram sua área foliar até entrarem em senescência (187-210 DAP), em contraposição para a cv. '1B' onde houve incremento de área foliar até os 210 DAP.

As cultivares 'São Bento', 'Chinês', 'Japonês' e '1B' atingiram as maiores alturas, respectivamente, 123 cm, 134 cm, 143 cm e 175 cm aos 210 DAP (Figura 1A). Esse comportamento foi distinto ao observado por Pereira et al. (2002) que ao comparar as características de diferentes cultivares no Município de Viçosa, região de clima semelhante ao da Região

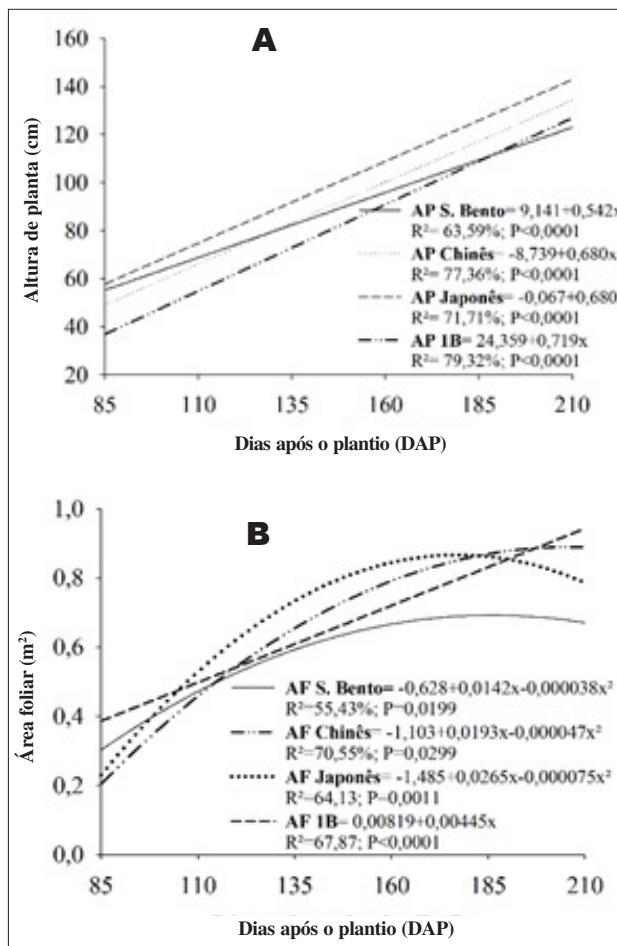


Figura 1 - Altura (A) e área foliar (B) de plantas das quatro cultivares de taro, em região de clima quente.

Serrana do Espírito Santo, não observou diferenças para altura de planta, entre as cultivares 1B, Japonês e Chinês. Assim, a maior altura de planta apresentada pela cultivar 1B em condições de temperaturas mais quentes pode ter ocorrido devido a sua adaptabilidade nessas condições climáticas e devido à época de plantio.

Plantas de taro com maiores alturas, não significa que alcançarão maiores produtividades de rizomas. O taro apresenta folhas com longos pecíolos, fator preponderante na medição da altura das plantas. Gondim et al. (2007) avaliando o crescimento, partição de fotoassimilados e produção de rizomas em taro sob sombreamento artificial, verificaram que plantas submetidas ao maior grau de sombreamento, apresentaram maiores valores de massa de matéria seca de pecíolo e menores de massa de matéria seca de rizomas. No presente trabalho, plantas da cv. 1B não apresentaram redução da área foliar durante o desenvolvimento, podendo ter ocorrido competição por luz entre as plantas, proporcionando maior crescimento das mesmas, sem contudo, afetar a produção de rizomas.

Os maiores valores de área foliar foram obtidos aos 187, 205 e 177 DAP nas cultivares ‘São Bento’ ($0,70\text{ m}^2/\text{planta}$), ‘Chinês’ ($0,88\text{ m}^2/\text{planta}$) e ‘Japonês’ ($0,86\text{ m}^2/\text{planta}$) respectivamente, enquanto a cv. ‘1B’ apresentou comportamento linear, ou seja, até a última avaliação realizada (210 DAP) não apresentou queda do valor de área foliar (Figura 1(B)). Para as cultivares ‘Chinês’, ‘Japonês’ e ‘São Bento’ o comportamento quadrático em relação à área foliar observado neste trabalho foi também observado por Gondim et. al. (2007) na cv. ‘Japonês’. A cv. ‘1B’ apresentou comportamento diferenciado, onde, até aos 210 DAP não havia iniciado o processo de senescência, caracterizando-se assim, possivelmente, como uma cultivar de ciclo vegetativo mais longo.

Apresentar um ciclo vegetativo mais longo, muitas das vezes não é uma característica desejada, pois leva à ocupação da área por um maior período de tempo e demanda mais mão de obra para os tratos culturais (Puiatti, 2002). Entretanto, a área foliar não ter sofrido redução durante os 210 dias de ciclo da cultura, pode significar uma resistência da cultivar 1B às condições climáticas desfavoráveis. Durante o período de desenvolvimento do trabalho, as temperaturas médias variaram de 21,8 a 26,7 °C (Climate-data-org, 2015), esses valores são superiores aos observados na região

serrana no período de setembro a maio, época de cultivo, que são de 21,1 a 24,3 °C (Climate-data-org, 2015), demonstrando que a temperatura não influenciou no desenvolvimento do taro. Puiatti (2002) destaca que em condições de temperatura diurna média de 19-18 °C, o crescimento do taro é paralisado. Assim, a cultivar 1B pode ser uma boa alternativa para o cultivo em regiões mais altas, com menores temperaturas, onde tais valores críticos de temperatura pode ocorrer com mais frequência.

Observou-se diferenças tanto para os valores de produtividade como para o número de rizomas por planta ($P < 0,05$). Para o número de rizomas grandes não houve diferença entre as cultivares, já em relação à produtividade, as médias observadas para a cv. ‘São Bento’ não apresentaram diferenças quando comparados à cv. ‘1B’, entretanto foi superior aos das cultivares ‘Japonês’ e ‘Chinês’ (Tabela 2). Essa tendência a produzir rizomas de maior tamanho quando comparado às cultivares ‘Japonês’ e ‘Chinês’ faz da cv. ‘São Bento’ ser interessante do ponto de vista comercial, considerando que essa classe de rizoma apresenta maior valor comercial. Pereira et al. (2003) ressaltam que essa característica pode ser considerada relevante para o bom desempenho de uma cultivar. Heredia Zárate et al. (2005) avaliaram a capacidade produtiva e a renda bruta dos cultivares de taro ‘Chinês’ e ‘Macaquinho’, sob cultivo solteiro e consorciado com alface, na faixa de temperatura de 20 a 24 °C e observaram que no cultivo solteiro a cultivar ‘Macaquinho’ foi superior, demonstrando ser característica da cultivar ‘Chinês’ a produção de rizomas de menor tamanho.

As cultivares ‘Chinês’ e ‘Japonês’ apresentaram maior número de rizomas médios, entretanto, quando avaliada a produtividade somente a cultivar ‘Japonês’ foi superior às demais. Heredia Zárate et al. (2003) avaliaram as produções de massa fresca das plantas das cultivares de taro ‘Chinês’ e ‘Macaquinho’, cultivadas sob influência de cinco doses de cama-de-frango de corte semidecomposta, incorporada ao solo, na faixa de temperatura de 20 a 24 °C e observaram que a cultivar ‘Macaquinho’ apresentou maior produtividade de rizomas médios, porém com valores inferiores ao encontrado no presente trabalho. Vieira et al. (2014), avaliando o consórcio de taro ‘Japonês’ com feijão vagem, com temperaturas variando de 14

a 21,6 °C, obtiveram produtividade de 13,47 t/ha de rizomas médios no sistema de monocultivo, valor inferior ao observado neste trabalho (19,70 t ha⁻¹) e provavelmente associado as características edafoclimáticas, onde pode-se notar que a região era de temperaturas mais amenas.

Para rizomas pequenos, as cultivares ‘Chinês’ e ‘Japonês’ foram superiores às demais quanto ao número de rizomas, já para produtividade não houve diferença entre as cultivares (Tabela 2). O maior número de rizomas pequenos observados nestas cultivares pode ser explicado como uma característica das plantas em produzir rizomas de menor tamanho ou seja o clima não influenciou no comportamento normal da cultivar. Silva (2014) também observou em taro ‘Japonês’ alta produtividade de rizomas pequenos (9,4 t ha⁻¹) em uma produção total de rizomas comerciáveis de 28 t/ha, em Viçosa – MG, sob condição de temperatura média de 21,6°C. As cultivares ‘São Bento’ e ‘1B’ mesmo produzindo menor número de rizomas pequenos, alcançaram a mesma produtividade comercial de rizomas que as cultivares ‘Japonês’ e ‘Chinês’ devido à produção de rizomas de maior tamanho.

A cultivar ‘Japonês’ apresentou superioridade em relação às demais para número por planta e

produtividade de rizomas refugo. Essa característica torna-se um fator negativo para essa cultivar, uma vez que a planta investe em produção de rizomas que não apresentam valor comercial, sendo descartados pelos agricultores.

Para a produtividade de rizoma-mãe as cultivares ‘São Bento’ e ‘1B’ foram as que apresentaram as maiores produtividades. Pereira et al. (2003) ressaltam que a produção elevada de rizomas mãe não é de interesse econômico. O valor comercial de rizomas mãe é muito inferior aos rizomas filhos, isso acontece devido aos rizomas apresentarem tamanho muito elevado e qualidade inferior.

Com relação ao número de rizomas comercial por planta, a cv. ‘Japonês’ apresentou-se superior ao ‘São Bento’ e ‘1B’, enquanto a cv. ‘Chinês’ foi superior apenas ao ‘1B’. Para a produtividade de rizomas comerciais não houve diferença entre as cultivares. Helmich (2010), também não obteve diferença na produtividade de rizomas comerciais das cultivares ‘Japonês’ e ‘Chinês’ cultivadas em Dourados - MS com temperatura média de 20 a 24°C. Resultados semelhantes foram encontrados por Heredia Zárate et al. (2009), nas mesmas condições de temperatura, quando não observaram diferença para a produção

de rizomas comerciais entre as cultivares ‘Cascudo’, ‘Chinês’, ‘Japonês’ e ‘Macaquinho’, demonstrando ser uma característica da planta de taro não apresentar diferenças de produtividade comercial entre as cultivares, mas sim de número de rizomas comerciais por planta. Essa característica pode estar associada a rusticidade (Vieira et al., 2014) e ampla adaptabilidade das variedades de taro em diferentes regiões e condições climáticas.

De forma geral todas as cultivares avaliadas obtiveram produtividade satisfatória em Região de clima quente e seco com o plantio sendo realizado no período de outono/inverno. Trabalhos semelhantes foram desenvolvidos por outros autores. Heredia Zárate, Vieira e Rego (2007) avaliaram a produção de massa fresca de cultivares de taro cultivados em solo hidromórfico, na época seca do pantanal sul-mato-grossense e obtiveram produtividade variando de 0,35 a 1,35 t ha⁻¹. Pereira et al. (2003) ao avaliarem o rendimento e caracterizar

Tabela 2 - Valores médios de produtividade (t.ha⁻¹) de rizoma mãe (M); produtividade (t.ha⁻¹) e número de rizomas por planta de rizomas grande (RG), médio (RM), pequeno (RP), comercial (FC) e refugo (RR) de taro em função de quatro diferentes cultivares

Classe de Rizoma	Cultivar				C.V. (%)
	‘São Bento’	‘Chinês’	‘Japonês’	‘1B’	
	Número de rizomas (Unidade/planta)				
RG	6,30a	4,46a	4,88a	5,82a	23,78
RM	5,76b	8,28a	9,20a	4,42b	14,28
RP	2,68b	5,00a	6,86a	2,48b	27,04
RR	4,18bc	6,80b	10,48a	3,00c	26,00
FC	14,74bc	17,74ab	20,94a	12,72c	13,24
Produtividade de rizomas (t ha ⁻¹)					
M	34,99a	20,31b	20,62b	40,44a	23,82
RG	39,02a	21,42b	20,84b	32,36ab	23,73
RM	13,33b	15,82ab	19,70a	10,36b	22,46
RP	2,87a	9,88a	7,53a	3,07a	81,41
RR	1,53c	2,85b	4,37a	1,24c	27,50
FC	55,21a	47,12a	48,06a	45,79a	15,73

Médias, na linha, seguidas das mesmas letras são estatisticamente iguais pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

o potencial agronômico de 36 acessos de taro em Viçosa - MG encontraram produtividades variando entre 6,44 a 22,54 t/ha. Heredia Zárate et al. (2009) ao avaliarem quatro cultivares de taro ('Macaquinha', 'Japonês', 'Chinês' e 'Cascudo') observaram produtividade variando de 14,84 a 16,83 t ha⁻¹. Verifica-se que as cultivares utilizadas neste trabalho apresentaram resultados superiores (45,79 a 55,21 t ha⁻¹), sendo recomendadas para estas condições de cultivo.

No estado do Espírito Santo, Carmo e Puiatti (2004) avaliando cultivares de taro para cultivo, com o plantio realizado no mês de setembro, no município de Domingos Martins, com altitude de 950 m verificaram para os clones testados as seguintes produtividades de rizomas comerciais: São Bento (50,4 t ha⁻¹), 1B (45,79 t ha⁻¹), Chinês (47,12 t ha⁻¹) e Japonês (48,06 t ha⁻¹). Esses valores foram inferiores aos observados no presente trabalho, para todas as cultivares, demonstrando que o cultivo do taro no período de entressafra em regiões de baixas altitudes, com temperaturas mais altas pode ser realizado com sucesso, proporcionando aos produtores maiores valores de mercado por ocasião da comercialização, tornando-se assim uma alternativa economicamente viável para a agricultura familiar.

Para a tomada de decisão sobre qual das cultivares será utilizada, é necessário conhecer a forma de comercialização. Se os rizomas forem comercializados por classes, recomenda-se o uso da cultivar 'São Bento' que apresenta maior produtividade de rizomas grande em relação a duas das cultivares testadas 'Chinês' e 'Japonês', com maior valor comercial. Quando a comercialização não for por classe todas as cultivares são recomendadas, entretanto, a cultivar 'São Bento' apresentou maiores valores de IVB o que pode representar uma redução do custo com mão-de-obra, principalmente capinas, como também uma antecipação da colheita no período de entressafra evitando que a mesma seja realizada durante o período das chuvas.

Conclusão

- A cv. 'São Bento' apresenta maior velocidade de brotação, que pode apresentar uma redução do ciclo da cultura, antecipando a colheita.

- As cultivares 'São Bento', 'Chinês', 'Japonês' e '1B' podem ser recomendadas para o cultivo em região de clima quente com plantio no período de outono/inverno.

- Se a comercialização for realizada por classes de rizomas, recomenda-se a utilização da cv. 'São Bento' por apresentar maior produtividade de rizomas filho grande em relação às cultivares 'Chinês' e 'Japonês'.

Literatura Citada

- ARRIGONI-BLANK, M. D. F. et al. 2014. In vitro conservation of sweet potato genotypes. *The Scientific World Journal* (1):1-7.
- BALBINOT Jr, A. A.; FLECK, N. G. 2005. Competitividade de dois genótipos de milho com plantas daninhas sob diferentes espaçamentos entre fileiras. *Planta Daninha (Brasil)* 23(3): 415-421.
- CARMO, C. A. S.; PUIATTI, M. 2004. Avaliação de clones de taro para cultivo no Estado do Espírito Santo. *Horticultura Brasileira* 22(2):430.
- CLIMATE-DATA.ORG - São João de Petrópolis Tabela Climática (2015). Disponível em: <[www.https://pt.climate-data-org](https://pt.climate-data-org)> São João de Petrópolis. Acesso em: 10 mar. 2018.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Programa de modernização do mercado brasileiro hortigranjeiros - PROHORTE. 2014. Disponível em: <http://www3.ceasa.gov.br/prohortweb>. Acesso em 12 mar. 2018.
- FERREIRA, D. F. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (Brasil)* 35(6):1039-1042.
- GONDIM, A. R. O. et al. 2007. Crescimento, partição de fotoassimilados e produção de rizomas em taro cultivado sob sombreamento artificial. *Horticultura Brasileira* 25(3):418-428.
- HELMICH, M. 2010. Número de fileiras no canteiro na produção e rentabilidade de quatro clones de taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). Dissertação Mestrado. Dourados, MS, UFGD. 24p.
- HEREDIA ZÁRATE, N. A. et al. 2003. Cama-de-frango de corte semidecomposta na produção dos

- taros Chinês e Macaquinho. *Acta Scientiarum. Agronomy (Brasil)* 25(1):177-181.
- HEREDIA ZÁRATE, N. A. et al. 2005. Produção e renda bruta de dois cultivares de taro, em cultivo solteiro e consorciado com alface. *Semina: Ciências Agrárias (Brasil)* 26(3):283-290.
- HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; REGO, N. H. 2007. Produtividade de clones de taro em função da população de plantas na época seca do pantanal sul-mato-grossense. *Pesquisa Agropecuária Tropical (Brasil)* 36(2):141-143.
- HEREDIA ZÁRATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; FACCO, R. C. 2008. Produção de clones de inhame em função do tamanho das mudas. *Acta Scientiarum. Agronomy (Brasil)* 25(1):183-186.
- HEREDIA ZÁRATE, N. A. et al. 2009. Produção e renda bruta de quatro clones de taro cultivados em Dourados, Estado do Mato Grosso do Sul. *Acta Scientiarum. Agronomy (Brasil)* 31(2):301-305.
- INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA E EXTENSÃO RURAL - São Bento-INCAPER. 2008. Cultivar Capixaba de Taro, Documento nº 165, Vitória, ES. Disponível em: <www.abhorticultura.com.br/downloads/folder> Acesso em 12 março 2018.
- JULIATTI, J. C. et al. 2002. Análise conjuntural sobre as culturas do taro e do inhame no estado do Espírito Santo. In: Carmo, C.A.S. do ed. Inhame e taro: sistemas de produção familiar. Vitória, ES, INCAPER. pp.52-60.
- LINS et al. 2006. Velocidade de brotação de estacas de sabiá (*M. caesapiniaeifolia* B.) e mororó (*B. cheilanta* (Bong) Stend) em diferentes tipos de substratos e período de colheita. In: ZOOTEC, Centro de Convenções de Pernambuco. Recife. 4p.
- MAGUIRE, J. D. 1962. Speed of germination and in selection and evolution for seeding emergence and vigor. *Crop Science* 2:176-177.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2010. Manual de Hortaliças não-Convencionais. Brasília, DF, PPI. 94p.
- PEDRALLI, G. et al. 2002. Uso de nomes populares para as espécies de Araceae e Dioscoreaceae no Brasil. *Horticultura Brasileira* 20(4):530-532.
- PEREIRA, F. H. F. 2002. Caracterização morfológica e agronômica de acessos de taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa. Dissertação de Mestrado. Viçosa, MG, UFV. 77p.
- PEREIRA, F. H. F. et al. 2003. Caracterização agronômica da produção de rizomas de clones de taro. *Horticultura Brasileira (Brasil)* 21(1): 99-105.
- PREZOTTI, L. C. et al. 2007. Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo - 5ª aproximação. Vitória, ES, SEEA. INCAPER, CEDAGRO. 305p.
- PUIATTI, M. et al. 1990. Sistemas de colocação do bagaço de cana-de-açúcar e do capim gordura, na cultivar de inhame 'Chinês'. *Horticultura Brasileira* 8(1):14-16.
- PUIATTI, M. 2002. Manejo da cultura do taro. In: Carmo, C.A.S. ed. Inhame e taro: sistemas de produção familiar. Vitória, ES, INCAPER. pp. 203-252.
- PUIATTI, M.; PEREIRA F. H. F. 2007. Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). In: Paula Jr., T. J.; Venzon, M. Culturas: manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte, MG, EPAMIG. pp.729-734.
- SILVA, W. C. 2014. Estimativas de tamanho ótimo de parcelas experimentais para a cultura do taro (*Colocasia esculenta*). Tese Doutorado. Viçosa, MG, UFV. 59p.
- VIEIRA, J. C. B. et al. 2014. Viabilidade agroeconômica da consorciação do taro com feijão-vagem indeterminado em razão da época de plantio. *Revista Ceres (Brasil)* 61(2):229-233.

COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM FRUTAS NATIVAS DO BRASIL

Alexandra Goede de Souza, Ana Caroline Fassina, Fátima Rosangela de Souza Saraiva*

Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul, Estrada do Redentor, 5665, Canta Galo, 89163-356, Rio do Sul, Santa Catarina, Brasil.

*Autor para correspondência: alexandra.souza@ifc.edu.br

A preocupação crescente com o consumo de alimentos saudáveis vem abrindo espaços para as pequenas frutas nativas, muitas ainda pouco conhecidas. Este trabalho teve como objetivo avaliar os conteúdos de flavonoides totais, antocianinas totais, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante total (método DPPH) em frutas de palmito juçara (*Euterpe edulis*), araçá amarelo e vermelho (*Psidium cattleianum*), butiá (*Butia capitata*), guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), jabuticaba (*Plinia cauliflora*) e pitanga (*Eugenia uniflora*) colhidas no ponto de colheita comercial. As frutas foram processadas e as análises realizadas no laboratório de Fisiologia e Pós-colheita do IFC – Campus Rio do Sul. As frutas de guabiroba, araçá amarelo e butiá apresentaram os maiores conteúdos de flavonoides totais enquanto as frutas de palmito juçara, jabuticaba, araçá vermelho e pitanga os maiores conteúdos de antocianinas totais e compostos fenólicos totais. Todas as frutas apresentaram capacidade de inibir o radical DPPH acima de 96%, exceto as de butiá (74%), indicando serem importantes fonte de antioxidantes.

Palavras-chave: DPPH, compostos fenólicos, antocianinas, flavonoides.

Bioactive compounds and antioxidant activity in native fruits from Brazil. Growing concern about the consumption of healthy foods has opened space for small and unknown native fruits. The aim of this work was to evaluate the contents of total flavonoids, total anthocyanins, total phenolic compounds and total antioxidant activity (DPPH method) in juçara palm (*Euterpe edulis*), yellow and red araçá (*Psidium cattleianum*), butiá (*Butia capitata*), guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), jabuticaba (*Plinia cauliflora*) and pitanga (*Eugenia uniflora*) fruits harvested at consumption point. The fruits were processed and analyzes carried out in the laboratory of Physiology and Postharvest of the IFC - Campus Rio do Sul. Fruits of the guabiroba, yellow araçá and butiá presented the highest contents of total flavonoids while the fruits of juçara palm, jabuticaba, red araçá, and pitanga the highest contents of total anthocyanin and phenolic compounds. All fruits showed a capacity to inhibit the DPPH radical above 96%, except for butiá (74%), indicating that they are an important source of antioxidants.

Key words: DPPH, phenolic compounds, anthocyanins, flavonoids.

Introdução

As frutas possuem diversos compostos bioativos que podem trazer benefícios à saúde humana, quando inseridas como parte usual da dieta (Oliveira et al., 2011). Estudos apontam que o consumo de frutas está relacionado com a prevenção de algumas doenças crônicas como câncer, diabetes, doenças do coração e Alzheimer pela presença de compostos fenólicos, como os flavonoides, em especial a antocianina, responsável pela coloração avermelhada, púrpura e violeta das frutas, além de vitaminas e outros compostos de ação antioxidante (Agnieszka e Borowska, 2008; Leite-Legatti et al., 2012; Pereira et al., 2013). Os antioxidantes presentes nas frutas, em especial os compostos fenólicos, atuam como agentes redutores de espécies reativas de oxigênio (ERO), como o radical superóxido (O_2^-), o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e o radical hidroxila (OH^-), retardando ou impedindo o processo de peroxidação lipídica ou oxidação de outras moléculas, razão pela qual o consumo de alimentos que possuem essa característica é importante (Mittler et al., 2011; Carocho e Ferreira, 2013).

Estudos sobre a caracterização física e química e a atividade antioxidante de frutas nativas têm sido realizados por alguns pesquisadores, como em goiaba-serrana, açaí, pitanga, araticum-do-mato, mandacaru-de-três-quinas, jabuticaba, camu-camu, mangaba, entre outros, a fim de mostrar suas potencialidades e estimular o consumo destas espécies nativas como alimento, valorizando esse recurso genético disponível no Brasil (Amarante et al., 2017; Rosso, 2013; Perreira et al., 2013; Leite-Legatti et al. 2012; Rufino et al., 2010). Trabalhos indicam que algumas frutas nativas apresentam atividade antioxidante superior a de frutas comumente empregadas na alimentação, como a goiaba vermelha, mamão e manga (Oliveira et al., 2011; Beyhan, Elmastas e Gedikli, 2010).

Neste contexto, estão inseridas as frutas como o araçá amarelo e vermelho (*Psidium cattleianum*), a jabuticaba (*Plinia cauliflora*), a pitanga (*Eugenia uniflora*), o butiá (*Butia capitata*), a guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*) e o palmito juçara (*Euterpe edulis*), todas nativas e recentemente consideradas com potencial econômico na região Sul do Brasil (Coradin, Simisnki e Reis, 2011).

Para algumas espécies já existe forma de utilização ou mercado estabelecido, mas apenas em âmbito local ou regional (Coradin, Simisnki e Reis, 2011). As potencialidades para a exploração de frutas nativas não tradicionais estão relacionadas, entre outros fatores, aos sabores especiais e diversificados, aos elevados teores de açúcares, vitaminas e minerais, e sua grande aceitação popular. Além do consumo *in natura*, as frutas podem ser utilizadas no preparo de polpa congelada para suco, assim como no preparo de diversos pratos e bebidas, como geleias, sorvetes, doces e licores, além do seu emprego na fabricação de cosméticos (Shotsmans et al., 2011).

No entanto, informações sobre a composição química de várias frutas nativas ainda são escassas. O conhecimento destes atributos, entre outros, pode contribuir para a expansão da produção e do consumo, tornando-se uma alternativa para a diversificação da propriedade rural e geração de renda, bem como permitir a oferta à população de novos alimentos, com propriedades bioativas desejáveis.

O objetivo do trabalho foi avaliar os teores de flavonoides, antocianinas, compostos fenólicos e a atividade antioxidante total em frutas de diferentes espécies frutíferas nativas do Brasil (araçá amarelo e vermelho, pitanga, jabuticaba, guabiroba, butiá e palmito juçara) na colheita.

Material e Métodos

Frutas das diferentes espécies nativas foram colhidas em áreas no Instituto Federal Catarinense - Campus Rio do Sul (latitude 27°12' 51" Sul, longitude 49°38' 35" Oeste e altitude de 698 metros), no ponto de colheita comercial e imediatamente transportadas ao laboratório de Fisiologia Vegetal e Pós-colheita do IFC - Campus Rio do Sul para realização das análises. Após a colheita, as sementes das frutas de butiá, jabuticaba, pitanga e palmito juçara foram retiradas manualmente e sua polpa processada com auxílio de um mixer. As frutas de guabiroba, araçá vermelho e amarelo foram processadas inteiras.

Para quantificação dos conteúdos de antocianinas e flavonoides totais foi utilizado o método de Lees e Francis (1972), onde as polpas das frutas foram homogeneizadas com solução extratora (etanol 95%:HCl 1,5 N – 85:15, v/v) e estocadas por 12 horas a 4 °C. As amostras foram filtradas com papel filtro e

a absorbância medida em espectrofotômetro no λ de 535 nm para antocianinas e de 374 nm para flavonoides. Os resultados foram expressos em mg 100 g⁻¹ de matéria fresca, calculados pela formula:

$$\text{Antocianinas ou flavonoides} = \frac{(\text{Absorbância} \times \text{fator de diluição})}{76,6 \text{ (para flavonoides) ou } 98,2 \text{ (para antocianinas)}}$$

O procedimento de obtenção do extrato para a quantificação de compostos fenólicos totais e da atividade antioxidante total foi adaptado de Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997). Para extração hidroalcoólica foram utilizadas 10 g de polpa processada, deixado em uma solução de metanol 50% por uma hora. O material foi centrifugado a 5000 rpm por 30 minutos. O sobrenadante foi armazenado e o resíduo submetido a uma nova extração com acetona 70%. Após uma hora, o material foi novamente centrifugado, acrescentando o sobrenadante ao anterior, completando o volume para 100 mL com água destilada. Os extratos foram armazenados em recipiente âmbar e mantidos congelados até o momento das análises.

A quantificação dos compostos fenólicos totais foi realizada pelo método colorimétrico Folin-Ciocalteau, que envolve a redução do reagente pelos compostos fenólicos da amostra, com a formação de um complexo azul que aumenta linearmente a absorbância no λ de 760 nm (Swain e Hillis, 1959). O ácido gálico foi utilizado como padrão dos compostos fenólicos. Foram retirados 2,5 mL do extrato e adicionados 7,5 mL de água destilada. Em ambiente escuro, foi tomado 1 mL do extrato diluído e adicionado 1 mL de Folin-Ciocalteau, 2 mL de carbonato de sódio a 20% e 2 mL de água destilada. As leituras foram realizadas em triplicata, após 30 minutos, em espectrofotômetro, λ de 760 nm. O espectrofotômetro foi calibrado usando o branco (solução contendo todos os reagentes, exceto o extrato da fruta). O conteúdo de compostos fenólicos totais das frutas foi expresso em equivalente de ácido gálico (EAG; mg EAG g⁻¹ matéria fresca), usando a equação da reta obtida da calibração da curva com o ácido gálico.

A atividade antioxidante total foi determinada utilizando a metodologia baseada na capacidade do extrato de sequestrar o radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazila (método DPPH) (Brand-Williams,

Cuvelier e Berset, 1995, adaptado por Milardovic, Ivezkovic e Grabaric, 2006). Em ambiente escuro, utilizou-se 0,1 mL do extrato com 3,9 mL do radical DPPH (em triplicata). A mistura foi agitada em Vortex e deixada em repouso. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro, no λ de 515 nm, após 30 minutos. Foi utilizado álcool metílico para calibrar o espectrofotômetro (modelo Rayleigh UV-9200). A taxa de inibição do radical DPPH foi calculada utilizando a formula:

$$I\% = (A_{\text{branco}} - A_{\text{amostra}} / A_{\text{branco}}) \times 100\%$$

onde, A_{branco} é a absorbância da reação controle (contém todos os reagentes, exceto a amostra testada) e A_{amostra} é a absorbância da amostra testada.

O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições, cada repetição com duzentos gramas de polpa. Os dados foram submetidos à análise de variância e os resultados comparados pelo método de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa SASM-Agri (Canteri et al., 2001).

Resultados e Discussão

Houve diferenças significativas no conteúdo total de flavonoides entre as frutas analisadas, com teores médios de 14,9 mg 100g⁻¹ de massa fresca (Tabela 1). Os maiores conteúdos foram observados nas frutas de pigmentação tendendo ao amarelo (guabiroba, seguidos por araçá amarelo e butiá) e os menores em frutas de palmito juçara, jabuticaba e araçá vermelho. No entanto, para jabuticaba os conteúdos de flavonoides totais (2,3 mg 100g⁻¹ de massa fresca) são superiores aos 0,32 mg 100g⁻¹ de massa fresca apresentados por Rufino et al. (2011), enquanto para palmito juçara (0,9 mg 100g⁻¹ de massa fresca), os valores obtidos são inferiores aos 8,1 - 8,78 mg 100g⁻¹ de massa fresca (de acordo com o solvente extrator) reportados por Borges et al. (2011). Plantas ricas em flavonoides são fontes importantes de antioxidante para o organismo humano. Em trabalho realizado por Hoffmann-Ribani, Huber e Rodriguez-Amaya, (2009), frutas de pitanga e caju-do-mato apresentaram os maiores conteúdos de flavonoides quando comparados a outras frutas nativas e exóticas estudadas e os principais flavonoides encontrados nas

frutas frescas ou processadas foram a miricitina, quercitina e o caempferol.

Assim como para flavonoides totais, o conteúdo de antocianinas totais diferiu entre as frutas. Os maiores conteúdos de antocianinas foram observados em frutas de palmito juçara, seguido por jabuticaba, araçá vermelho e pitanga, frutas de coloração mais intensa, tendendo do vermelho ao púrpura. Já as frutas de coloração mais clara (amarela), apresentaram os menores conteúdos de antocianinas (Tabela 1).

Apesar das frutas de palmito juçara apresentarem os maiores conteúdos de antocianinas ($50,7 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ de massa fresca), estão abaixo dos $192 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ de massa fresca reportados por Rufino et al. (2010). Em trabalho realizado por Borges et al. (2011) os conteúdos de antocianinas em frutas de palmito juçara variaram de $17,74$ a $254,57 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ de massa fresca de acordo com o solvente extrator utilizado. Em frutas de diferentes progênies de açaí (*E. oleracea*) da coleção de Germoplasma da Embrapa Amazônia oriental/Pará, foram reportados conteúdos variando de $13,75$ a $228,77 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ de massa fresca (Cohen et al., 2006). As diferenças foram atribuídas à variabilidade genética, indicando que as variações observadas entre os trabalhos para os conteúdos de antocianinas totais em palmito juçara podem ser decorrentes de variações genéticas das plantas de palmito juçara, assim como das diferentes condições edafoclimática onde as

Tabela 1: Conteúdo total de flavonoides ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ massa fresca), antocianinas ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ massa fresca) e compostos fenólicos ($\text{mg EAG } 100\text{g}^{-1}$ massa fresca) em diferentes frutos nativos da região Sul do Brasil

Espécie	Flavonoides totais	Antocianinas totais	Compostos Fenólicos totais
Pitanga	7,7 d*	36,4 d	95,9 c
Jabuticaba	2,3 f	42,2 b	128,3 b
Guabiroba	34,4 a	5,9 e	81,7 e
Araçá Amarelo	27,9 b	3,9 f	72,3 f
Araçá vermelho	4,8 e	39,4 c	88,0 d
Palmito juçara	0,7 g	50,7 a	174,2 a
Butiá	27,0 c	2,9 f	63,2 g
Média	14,9	25,9	100,6
CV (%)	2,3	2,9	2,5

*Valores seguidos da mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

EAG: Equivalente Ácido Gálico

plantas se desenvolvem. No entanto, é provável que diferenças na maturação dos frutos utilizados também sejam responsáveis pelas diferenças observadas (Canuto et al., 2010).

O conteúdo de antocianinas totais em frutas de jabuticaba ($42,2 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ de massa fresca) obtidos neste estudo são semelhantes aos valores reportados por Rufino et al. (2011) ($58,1 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ de massa fresca) e superiores aos apresentados por Abe, Lajolo e Genovese (2012) ($3,2 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ de massa fresca).

Houve diferenças no conteúdo de compostos fenólicos totais entre as espécies, com destaque para as frutas de palmito juçara, com os maiores valores ($174,2 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ de massa fresca), seguidos por jabuticaba ($128,3 \text{ mg EAG } 100\text{g}^{-1}$ de matéria fresca), pitanga ($95,9 \text{ mg EAG } 100\text{g}^{-1}$ de matéria fresca) e araçá vermelho ($88,0 \text{ mg EAG } 100\text{g}^{-1}$ de matéria fresca), enquanto as frutas de guabiroba, araçá amarelo e butiá apresentaram os menores valores (Tabela 1).

Em frutas de palmito juçara, os conteúdos de compostos fenólicos são superiores aos $24,87 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ de massa fresca reportados por Rosso (2013) e menores aos $440 \text{ mg EAG } 100\text{g}^{-1}$ de matéria fresca apresentados por Rufino et al. (2010). Para jabuticaba, os valores também foram superiores aos $74,4 \text{ mg EAG } 100\text{g}^{-1}$ de matéria fresca reportados por Abe, Lajolo e Genovese (2012).

A cor característica das frutas avermelhadas ou púrpuras decorre da presença de antocianinas, o que justifica os elevados valores de compostos fenólicos nestas frutas, tendo em vista que pigmentos antociânicos são considerados compostos fenólicos (Lima et al., 2000). Dessa forma, os maiores conteúdos de antocianina foram observados nas frutas de coloração avermelhada/púrpura, o que indica que as antocianinas são os principais constituintes dos compostos fenólicos nestas frutas.

Todas as frutas apresentaram alta atividade antioxidante total (método DPPH). Não houve diferenças na atividade antioxidante entre as frutas avaliadas, com média de 94,1% de capacidade inibitória do radical DPPH, exceto para as frutas de butiá, as quais apresentaram a menor capacidade inibitória do radical (74,9%) (Figura 1). A capacidade de inibição do radical DPPH das frutas de palmito juçara (98,4%) foi maior que os valores encontrados por Borges et al. (2011), de 59,9%, sendo superiores ao de outras frutas

nativas, como a goiaba serrana (*Acca sellowiana*) com 92,9% (Beyhan, Elmastas e Gedikli, 2010).

A atividade antioxidante é atribuída em grande parte à presença de compostos fenólicos. Muitos trabalhos vêm mostrando a relação positiva entre a capacidade antioxidante e os conteúdos de compostos fenólicos em tecidos vegetais (Amarante et al., 2017; Li et al., 2014; Oliveira et al., 2011; Canuto et al., 2010). As frutas de butiá, com menor atividade antioxidante, foram justamente aquelas que apresentaram menor conteúdo de compostos fenólicos totais, indicando a participação dos fenóis na capacidade antioxidante. No entanto, outros compostos não quantificados neste trabalho, podem também estar contribuindo para a capacidade antioxidante total das frutas.

Apesar do avanço das pesquisas, pouco ainda se conhece a respeito das potencialidades funcionais de várias frutas nativas. Este estudo mostra que muitas destas frutas podem ser consideradas uma rica fonte de antioxidantes naturais e podem ser utilizadas na alimentação humana, bem como no preparo de produtos

fitoterapêuticos, para prevenção de problemas decorrente do estresse oxidativo das células.

Conclusões

As frutas de coloração amarela (guabiroba, araçá amarelo e butiá) apresentam os maiores conteúdos de flavonoides totais, enquanto o conteúdo de antocianinas e compostos fenólicos totais são maiores nas frutas de coloração vermelha/púrpura (palmito juçara, jabuticaba, araçá vermelho e pitanga).

Todas as frutas, exceto as de butiá, apresentam capacidade de inibir o radical DPPH acima de 96%, indicando serem importantes fonte de antioxidantes.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPESC (Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina) pelo apoio financeiro na realização da pesquisa.

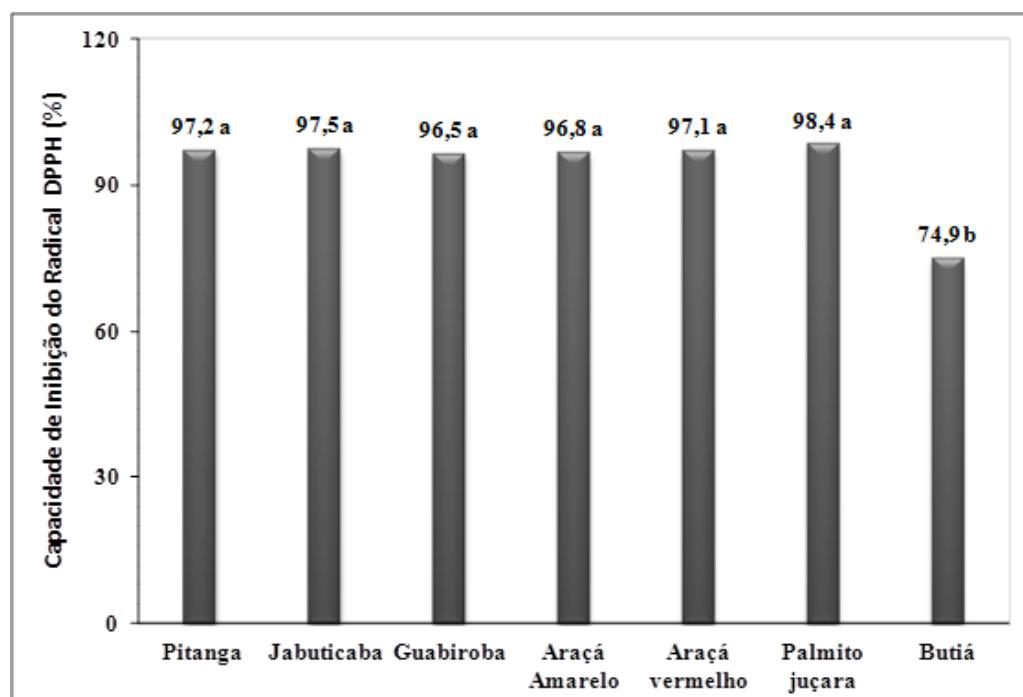


Figura 1 - Atividade antioxidante total (%; Capacidade de inibição do radical DPPH) em diferentes frutos nativos da região Sul do Brasil.

*Valores seguidos da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Literatura Citada

- ABE, L.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. 2012. Potential dietary sources off ellagic acid and other antioxidant among fruits consumed in Brazil: Jabuticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg). *Journal of Science Food and Agriculture* 92(8):1679-1687.
- AGNIESZKA, S.; BOROWSLA, E. J. 2008. Bioactive compounds and health-promoting properties of berry fruits: a review. *Plant Foods for Human Nutrition* 63(4): 147-156.
- AMARANTE, C. V. T. do et al. 2017. Phenolic content and antioxidant activity of fruit of Brazilian genotypes of feijoa. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 52(12):1223-1230.
- BEYHAN, O.; ELMASTAS, M.; GEDIKLİ, F. 2010. Total phenolic compounds and antioxidant capacity of leaf, dry fruit and fresh fruit of feijoa (*Acca sellowiana*, Myrtaceae). *Journal of Medicinal Plant Research* 4(11): 1065-1072.
- BORGES, G. S. C. et al. 2011. Optimization of the extraction of flavanols and anthocyanins from the fruit pulp of *Euterpe edulis* using the response surface methodology. *Food Research International* 44(3):708-715.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology* 28(1):25-30.
- CANTERI, M. G. et al. 2001. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan. *Revista Brasileira de Agrocomputação* (Brasil) 1(2):18-24.
- CAROCHO, M.; FERREIRA, C. F. R. A. 2013. A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives. *Food and Chemical Toxicology* 51(1):15-25.
- COHEN, K. de O. et al. 2006. Quantificação do teor de antociáninas totais da polpa de açaí de diferentes populações de açaizeiro. Belém, PA, EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL.15p.
- CANUTO, G. A. B. et al. 2010. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. *Revista Brasileira de Fruticultura* 32(4):1196-1205.
- CORADIN, L.; SIMISNSKI, A.; REIS, A. 2011. Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: Plantas para o futuro - Região Sul. Brasília, DF, MMA. 934p.
- HOFFMANN-RIBANI, R.; HUBER, L. S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. 2009. Flavonols in fresh and processed Brazilian fruits. *Journal of Food Composition and Analysis* 22(4):263-268.
- LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. 1997. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45(2):1390-1393.
- LEES, D. H.; FRANCIS, F. J. 1972. Standardization of pigment analysis in cranberries. *HortScience* 7(1):83-84.
- LEITE-LEGATTI, A. V. et al. 2012. Jaboticaba peel: Antioxidant compounds, antiproliferative and antimutagenic activities. *Food Research International* 49(1):596-603.
- LI, A. N. et al. 2014. Total phenolic contents and antioxidant capacities of 51 edible and wild flowers. *Journal of Functional Foods* 6(1):319-330.
- LIMA, V. L. A. G. de. et al. 2000. Caracterização físico-química e sensorial de pitanga roxa. *Revista Brasileira de Fruticultura* 22(1):382-385.
- MILARDOVIC, S.; IVEKOVIC, D.; GRABARIC, B. S. 2006. A novel amperometric method for antioxidant activity determination using DPPH free radical. *Bioelectrochemistry* 68(2):175-180.
- MITTLER, R. et al. 2011. ROS signaling: the new wave? *Trends and Plant Science* 16(6):300-309.
- OLIVEIRA, D. S. et al. 2011. Vitamina C, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum (Brasil)* 33(1):89-98.
- PEREIRA, M. C. et al. 2013. Characterization, bioactive compounds and antioxidant potential of three Brazilian fruits. *Journal of Food Composition and Analysis* 29(1):19-24.
- ROSSO, V. V. de. 2013. Bioactivities of Brazilian fruits and the antioxidant potential of tropical biome. *Food and Public Health* 1(3):37-51.
- RUFINO, M. S. M. et al. 2010. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry* 121(4):996-1002.
- RUFINO, M. S. M. et al. 2011. Free radical scavenging behavior of ten exotic tropical fruit extract. *Food Research International* 44(7):2072-2075.
- SCHOTSMANS, W. C. et al. 2011. Feijoa (*Acca sellowiana* [Berg.] Burret). In: Yahia, E. M. ed. Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits: cocoa to mango. Cambridge, Woodhead Publishing. pp.115-133.
- SWAIN, T.; HILLIS, W. E. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 10(1):63-68.

POLÍTICA EDITORIAL

A Revista Agrotrópica foi criada em 1971, sendo originalmente conhecida como Revista Theobroma. Por ter um caráter interdisciplinar, constitui-se num veículo para comunicação científica em várias áreas como: Biodiversidade, Ciências Agrárias, Ambientais, Veterinária, Zootecnia, Tecnologia de Alimentos, Geografia, Geociências, Socioeconomia, etc. A revista é publicada quadrimestralmente e está destinada a divulgação de trabalhos originais que têm contribuição real para o desenvolvimento agroecológico, ambiental e socioeconômico das Regiões Tropicais Úmidas.

A Revista Agrotrópica publica não apenas artigos científicos, como também notas científicas, revisões bibliográficas relevantes e de natureza crítica, todos em três idiomas: Português, Inglês e Espanhol. Publica também cartas endereçadas ao Editor sobre trabalhos publicados.

Os Autores são os responsáveis exclusivos pelo conteúdo do trabalho, todavia, o Editor, com a assessoria científica do Conselho Editorial da Revista, reserva-se o direito de sugerir ou solicitar modificações que considerarem necessárias.

Editor Chefe

EDITORIAL POLICY

The Agrotrópica Journal was created in 1971, being formerly known as Theobroma Journal. As having an interdisciplinary character, it constitutes in a vehicle for scientific communication in various areas as: Biodiversity, Agricultural Sciences, Environmental Science, Veterinary, Animal Science, Food Technology, Geography, Geosciences, Socioeconomics, etc. The journal is published every four months and is destined to dissemination of original scientific works that have real contributions to the development agroecological, environmental and socioeconomic of the tropical rain regions.

The Agrotrópica Journal publishes not only scientific papers, but also scientific notes, relevant bibliographical reviews and of critical nature, all in three idioms: Portuguese, English and Spanish. It also publishes letters to the editor about published works.

The authors are solely responsible for the content of the work, however, the Editor, with the scientific accessory of the Editorial Board, reserves the right of suggesting or requesting the changes that seem to be necessary.

Editor-in-Chief

